COMPTES RENDUS

DES SÉANCES

DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 16 JUIN 1890,

PRÉSIDENCE DE M. HERMITE.

MEMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

GÉODÉSIE. — *Sur le nivellement général de la France.* Note de M. Maurice Lévy.

« Par une décision du 5 octobre 1878, M. C. de Freycinet, alors Ministre des Travaux publics, institua une Commission chargée de préparer les bases d'un nivellement général de la France à faire avec toute la précision que comporte l'état actuel de la science géodésique.

» Jusqu'en 1857, nous ne possédions d'autres documents sur le relief du sol que ceux fournis par les beaux travaux de l'État-Major, et l'on peut dire qu'il n'existe pas, en France, une voie de communication dont les premières études, au moins, ne soient appuyées sur ces travaux.

» De 1857 à 1864 fut exécuté, sous la direction du Ministère des Travaux publics, le nivellement Bourdaloue, le premier nivellement géomé-

trique d'ensemble réalisé en Europe. Dans cette opération, on avait admis une erreur de 3^{mm} par kilomètre. Le nivellement qu'on effectue aujourd'hui sera trois fois plus précis : il n'y est toléré qu'une erreur de 1^{mm} par kilomètre.

» L'opération comprendra trois ordres de nivellements :

» 1° Un réseau fondamental formé par des polygones de 100^{km} à 800^{km} de développements et de lignes communiquant d'une part avec les nivellements des pays limitrophes, d'autre part avec des marégraphes ou des médimarémètres échelonnés sur nos côtes de l'Océan et de la Méditerranée.

» Les côtés de ces polygones sont, en général, formés par nos voies ferrées.

» 2° Un réseau plus petit ayant pour côtés nos autres voies de communication et les principaux cours d'eau.

» 3° Dans l'intérieur des mailles de ce réseau, insertion de courbes de niveau.

» La Commission publiera deux sortes de documents, à savoir : d'une part, l'exposé des méthodes de calculs et de corrections qu'elle a employées, ainsi que la description des instruments dont elle s'est servie; d'autre part, un Répertoire graphique des repères nivelés.

» Elle a terminé la moitié environ du réseau fondamental dont la longueur totale sera de près de 12000^{km}, et c'est le Répertoire graphique relatif à cette première série de ses opérations que j'ai l'honneur d'offrir à l'Académie. Il comprend, pour chaque ligne nivelée, c'est-à-dire pour chacun des côtés du polygone constituant la partie nivelée du réseau fondamental :

» 1° Le plan de la ligne et de ses abords ;

» 2° La description très précise des repères qui y ont été placés. Chaque repère est muni d'une indication matriculaire exactement reproduite au Répertoire, de sorte que l'individualité des repères sera à jamais conservée, quelles que soient les vicissitudes par lesquelles pourrait avoir à passer, dans l'avenir, l'emplacement qu'il occupe ;

» 3° Sa cote orthogonale, c'est-à-dire sa distance au *niveau moyen de la mer* prise pour surface de comparaison ;

» 4° Sa cote dite *dynamique*.

» Quelques explications sont nécessaires relativement à ces deux derniers points.

» Bourdaloue a rapporté son nivellement au niveau moyen de la mer à

Marseille, niveau moyen défini, selon lui, par la cote $0^m,70$ d'une échelle des marées placée dans le vieux port.

» La Commission désire, de même, rapporter ses opérations au niveau moyen de la mer, mais en le définissant d'une façon plus précise à l'aide des appareils enregistreurs (marégraphes de précision et médimarémètres de M. Lallemand) qu'elle a établis.

» Déjà actuellement, ces appareils lui décèlent une erreur de $0^m,07$, dont se trouverait entaché le zéro adopté par Bourdaloue. Elle tient compte de cette erreur dans le volume qu'elle vient de publier, en annonçant, toutefois, que le chiffre de cette erreur pourra subir encore de petites variations, dont on tiendra compte ultérieurement.

» Ainsi, la Commission, qui a déjà changé le zéro de Bourdaloue, va encore, à chaque édition, changer son propre zéro. J'avoue regretter cette façon de procéder. C'est comme si l'on remesurait, tous les cinquante ans, l'arc de méridien qui a servi à la détermination du mètre, et qu'à chaque fois on apportât une modification correspondante à la longueur du mètre étalon. On voit quelle confusion cela jetterait dans la Science et même dans la pratique.

» Je crains qu'il en soit, jusqu'à un certain point, de même ici, et j'eusse préféré de beaucoup qu'on conservât, à titre définitif, le zéro de Bourdaloue, sauf à le rattacher :

» 1° A des repères matériels aussi nombreux et aussi immuables que possible ;

» 2° Au niveau moyen de la mer de mieux en mieux observé, grâce aux excellents appareils installés par les soins de la Commission.

» De cette façon, la comparaison des nouvelles cotes avec celles de Bourdaloue serait toujours demeurée possible et facile ; de plus, dans les éditions successives des documents de la Commission, les cotes seraient restées immuables et, au commencement de chaque édition, on aurait simplement indiqué l'écart existant, d'après l'état des observations au moment de leur publication, entre le zéro adopté et le véritable niveau moyen de la mer.

» Je sais bien que les cotes qui viennent d'être publiées sont provisoires, qu'elles seront toutes à remanier à la fin des opérations d'après les corrections à faire pour obtenir la fermeture exacte des polygones. Mais mon observation porte sur l'édition définitive aussi bien, et plus encore, que sur celle actuelle.

» En ce qui touche les deux cotes (cote *orthogonale* et cote *dynamique* de chaque point), en voici l'explication :

» La coté orthogonale d'un point est sa distance à la surface de niveau passant par le zéro du nivellement. Cette surface, que M. Bruns a proposé d'appeler le *géoïde*, est très compliquée; elle ne pourrait être déterminée que par une série séculaire d'observations méthodiques de la pesanteur et de nivellements géométriques et astronomiques poursuivis d'un commun accord sur tout le globe ou tout au moins sur tout un continent. Mais rien ne s'oppose à ce qu'on prenne, en attendant, comme surface de comparaison, l'ellipsoïde de Clairaut, et la cote orthogonale d'un point est sa distance à cette surface.

» Mais, comme les surfaces de niveau, même en les supposant ellipsoïdales (comme le fait la Commission), ne sont pas équidistantes, deux points d'égale altitude, c'est-à-dire placés sur une même surface de niveau et, par conséquent, sur une même courbe de niveau, n'ont pas la même cote orthogonale, et, plus généralement, les opérations du nivellement, à cause de la non-équidistance des surfaces de niveau, donnent, pour la différence d'altitude entre deux points, une valeur qui varie avec le cheminement fait pour aller de l'un à l'autre. En effet, si

$$W(x, y, z) = \rho = \text{const.} \tag{1}$$

est l'équation au paramètre ρ des surfaces de niveau, l'opération du nivellement, pour la différence d'altitude z entre deux points A et B, lorsqu'on a nivelé, pour aller de l'un à l'autre, une ligne ACB, est

$$z = \int_{ACB} \frac{d\rho}{g}, \tag{2}$$

où g est égal à

$$\sqrt{\left(\frac{\partial W}{\partial x}\right)^2 + \left(\frac{\partial W}{\partial y}\right)^2 + \left(\frac{\partial W}{\partial z}\right)^2}, \tag{3}$$

c'est-à-dire à la gravité.

» Sauf si les surfaces sont équidistantes, c'est-à-dire sauf le cas où la gravité ne dépend que de ρ, ou, si l'on veut, ne dépend que de l'altitude et non de la latitude, on voit que z dépend essentiellement de la ligne nivelée ACB. Si, en particulier, le point A est sur la surface zéro, et que la ligne suivie ACB soit la trajectoire orthogonale des surfaces de niveau,

c'est-à-dire la ligne courbe enveloppe des verticales, l'équation (2) donne la cote orthogonale, telle qu'elle est inscrite au Répertoire graphique. Mais, comme on ne peut pas cheminer suivant la verticale, on voit que cette cote ne peut se déduire des opérations sur le terrain qu'à l'aide de calculs supposant connue la nature des surfaces de niveau. On les a, comme je l'ai dit, assimilées à des ellipsoïdes de révolution.

» Mais, ainsi qu'il a été observé, ces cotes ne permettraient pas de tracer des courbes de niveau exactes, puisque l'équation $z =$ const. n'est pas une surface de niveau (sauf toujours, si celles-ci étaient équidistantes, ce qu'on ne suppose pas).

» Aussi, un nivellement de précision ne peut pas avoir pour définition géométrique la recherche des cotes orthogonales. Son objet mathématique ne peut être que la recherche de la surface de niveau sur laquelle se trouve chaque point nivelé, et comme chaque surface de niveau est entièrement caractérisée par son paramètre ρ (ou une fonction de ρ) ou, en langage ordinaire, par toute grandeur ne changeant pas aux divers points de la surface, il faut aussi caractériser chaque point nivelé par une telle grandeur.

» Comme il y en a une infinité (ρ ou toute fonction de ρ), on peut toujours s'arranger pour que cette grandeur soit une longueur.

» Parmi les grandeurs qui restent invariables le long d'une surface de niveau, se trouve l'*énergie* d'un point placé sur cette surface, c'est-à-dire le travail de la pesanteur, lorsque ce point, supposé matérialisé, tombe de la surface où il se trouve jusqu'au niveau de la mer. Si l'on prend pour la masse de ce point $\frac{1}{g_0}$, g_0 étant la gravité en un point particulier, choisi une fois pour toutes, ce travail ne dépendra plus que de l'unité de longueur. On pourra dire que c'est une longueur. Et on pourra l'appeler la *cote dynamique* du point. La définition n'en est d'ailleurs pas donnée dans le Répertoire de la Commission, ce qui est une lacune.

» La Commission se réserve sans doute de combler cette lacune lors de la publication de ses méthodes; mais c'est le Répertoire qui sera, en général, seul consulté. Une définition élémentaire de la cote dynamique y aurait donc sa place assignée.

» L'œuvre de la Commission mérite d'autant plus d'éloges, qu'elle l'a accomplie avec de très faibles ressources. Les savantes méthodes qu'elle a suivies pour se prémunir contre toute erreur, méthodes qui ne sont pas encore publiées *in extenso*, ont été hautement appréciées dans les Congrès

internationaux de Géodésie. L'honneur en revient au Comité d'exécution, composé de M. Marx, Inspecteur général des Ponts et Chaussées, Président; de MM. Prompt et Cheysson, Inspecteurs généraux; de M. le colonel Goulié dont la haute compétence n'a pas besoin d'être mentionnée; de M. l'Ingénieur en chef Durand-Claye et de M. Lallemand, Ingénieur des Mines, Secrétaire, qui est l'âme de l'exécution et qui consacre à cette œuvre sa science et son remarquable talent d'invention. »

HYDRODYNAMIQUE. — *Théorie du mouvement permanent qui se produit près de l'entrée évasée d'un tube fin : application à la deuxième série d'expériences de Poiseuille;* par M. **J. Boussinesq.**

« I. Appliquons [1] l'équation (14) au phénomène de l'établissement du régime uniforme dans un tube cylindrique de rayon R et de longueur L, ayant son entrée assez bien évasée pour que les filets fluides issus sans vitesse initiale sensible du réservoir auquel il s'abouche, l'occupent en entier dès qu'ils y ont pénétré, et s'y trouvent déjà, à fort peu près, rectilignes et parallèles. En vertu du principe de D. Bernoulli, qui régit sans erreur bien perceptible l'écoulement par les orifices évasés, tous les filets fluides possèdent, à l'extrémité *amont* de la partie cylindrique du tube, une vitesse commune U, telle, que la *charge totale* $\mathfrak{b} + \frac{p}{\rho g} + \frac{U^2}{2g}$, sur cette première section, égale sa valeur *donnée* dans le réservoir, $\mathfrak{b}_0 + \frac{p_0}{\rho g}$. De l'entrée à la sortie, la charge totale en question décroîtra, d'après (14), de $k\frac{\varepsilon}{\rho g}\frac{U}{\sigma}L\left(\text{ou de }\frac{8\varepsilon UL}{\rho g R^2}\right)$, pour recevoir finalement la valeur $\mathfrak{b}_1 + \frac{p_1}{\rho g} + \alpha\frac{U^2}{2g}$, où $\mathfrak{b}_1, p_1$, altitude et pression sur l'axe, à l'extrémité *aval* du tube, seront également connues, tandis que α y aura pris la valeur 2 relative à un régime uniforme, si du moins le tube est assez long pour que les filets fluides, d'abord également rapides, y acquièrent avant la sortie leurs inégalités *normales* de vitesse. Il viendra donc pour déterminer U la relation

$$(15) \qquad \frac{8\varepsilon UL}{\rho g R^2} + \frac{U^2}{g} = (\mathfrak{b}_0 - \mathfrak{b}_1) + \frac{p_0 - p_1}{\rho g}.$$

---

[1] Voir le précédent *Compte rendu*, p. 1160. — A la page 1162 le mot *évasée* doit être porté, de la ligne 19, au commencement de la ligne 4; à la page 1165, dernière ligne, après les mots : *suivant d'autres lois*, ajouter : *qu'en l'absence des frottements.*

» Dans un tube d'assez grande longueur, le second terme disparaît, à côté du premier où figure le facteur L; et cette formule ainsi simplifiée exprime la proportionnalité, bien connue, de la vitesse moyenne U : 1° au second membre, ou *charge totale dépensée;* 2° à l'inverse de la longueur L, et 3° au carré du rayon R; triple proportionnalité constituant les lois simples déduites par le Dr Poiseuille de la catégorie de ses expériences qu'il appelle sa *première série*. Mais ces lois cessent de s'appliquer dès que la longueur L ne contient plus un nombre suffisant de fois le diamètre 2R, c'est-à-dire dans la *deuxième série* des expériences de Poiseuille. Or un jeune physicien, M. Maurice Couette, vient de reconnaître ([1]) que la correction alors nécessaire consiste justement, du moins dans sa partie de beaucoup la plus importante, à introduire le second terme de (15), mais que celui-ci est cependant un peu trop faible pour la réaliser à lui seul.

» La théorie précédente aurait permis de le prévoir. En effet, les divers filets fluides, après leur entrée dans le tube, ont encore des vitesses u peu inégales et affectant, par suite, des rapports à U sensiblement différents de ceux qu'exprime la fonction φ. C'est donc seulement à quelque distance de l'entrée que la substitution de $\frac{u}{U}$ à φ devient légitime dans le calcul approché du dernier terme de (13), d'où nous avons tiré ainsi le second de (15). En réalité, jusqu'à une telle distance, il y a, par le fait de cette substitution, une erreur sensible commise, égale, comme nous l'avons remarqué, à $\frac{1}{g}\int_\sigma(-\varpi)u'\frac{d\sigma}{\sigma}$. Or, ce terme négligé est de même signe que le résultat obtenu $\frac{d}{dx}\left(\frac{\alpha U^2}{2g}\right)$ ou $\frac{U^2}{2g}\frac{d\alpha}{dx}$, c'est-à-dire positif. En effet, les filets fluides voisins de l'axe doivent, dès l'entrée, accélérer leur mouvement, et les filets éloignés de l'axe, ralentir le leur; de sorte que, sous le signe $\int$, les deux facteurs $-\varpi = \varphi - \frac{u}{U}$ et u', positifs à la fois dans la partie centrale des sections et négatifs à la fois près de leur circonférence, ont tous les deux même signe presque partout. La correction exprimée par le second terme de (15) est donc un peu faible, quoiqu'il ne semble pas facile de déterminer *rigoureusement* la modification à lui faire subir.

» II. Essayons toutefois d'évaluer celle-ci, dans l'hypothèse la plus

---

([1]) Au Chapitre III de sa thèse de doctorat *Sur le frottement des liquides*, soutenue le 30 mai 1890 devant la Faculté des Sciences de Paris. Ce Chapitre paraîtra vers le mois d'octobre, avec les deux qui le précèdent et l'Introduction, dans les *Annales de Chimie et de Physique*.

simple relativement à la manière dont on peut supposer variable d'une section à l'autre le mode de distribution des vitesses, savoir, en admettant que l'*écart* $-\varpi$, exprimé par $\varphi - 1$ à l'entrée, s'atténue, à mesure que l'abscisse x grandit, sans altération des rapports mutuels qu'il affecte aux diverses distances r de l'axe, ou de manière à égaler partout le produit de $\varphi - 1$ par une fonction λ de x graduellement décroissante de 1 à zéro, depuis l'entrée jusqu'aux points où le régime uniforme est établi.

» Ayant ainsi posé

$$(16)\quad \varphi - \frac{u}{U} = -\varpi = \lambda(\varphi - 1), \quad \text{ou} \quad u = U\varphi - U(\varphi - 1)\lambda, \quad \text{et, par suite,}$$

$$(17)\quad \begin{cases} \dfrac{du}{dx} = -U(\varphi - 1)\dfrac{d\lambda}{dx} = -U\dfrac{d\lambda}{dx}\left(1 - 2\dfrac{r^2}{R^2}\right), \\[2ex] \dfrac{du}{dr} = U(1-\lambda)\dfrac{d\varphi}{dr} = -4U(1-\lambda)\dfrac{r}{R^2}, \end{cases}$$

l'équation de conservation des volumes fluides presque évidente,

$$r\frac{du}{dx} + \frac{d.rW}{dr} = 0,$$

où W désigne la petite composante transversale ou *radiale* de la vitesse en chaque point, donnera

$$(18)\qquad W = -\frac{1}{r}\int_0^r \frac{du}{dx} r\,dr = \frac{U}{2}\frac{d\lambda}{dx} r\left(1 - \frac{r^2}{R^2}\right) = \frac{U}{4}\frac{d\lambda}{dx}\varphi r,$$

valeur de W s'annulant bien avec φ sur le contour des sections, comme il le faut. Et l'expression $u\dfrac{du}{dx} + W\dfrac{du}{dr}$ de l'accélération longitudinale u' devient, en y introduisant autant que possible, pour simplifier, φ au lieu de r,

$$(19)\qquad u' = -\frac{U^2}{2}\frac{d\lambda}{dx}[\varphi^2 - \lambda - \lambda(\varphi^2 - 2\varphi + 1)].$$

» Portons enfin cette expression de u' soit dans la correction à calculer $\dfrac{1}{g}\displaystyle\int_\sigma (-\varpi)u'\frac{d\sigma}{\sigma}$, soit simplement, ce qui revient ici au même, dans le dernier terme de (13), dont il s'agit de former une approximation plus exacte que $\dfrac{d}{dx}\left(\dfrac{\alpha U^2}{2g}\right) = \dfrac{U^2}{2g}\dfrac{d\alpha}{dx}$. En observant, d'abord, que les valeurs moyennes de φ, φ^2, φ^3 aux divers points de sections circulaires σ sont respectivement 1, $\frac{4}{3}$, 2, et, ensuite, que α, valeur moyenne du rapport de u^3 à U^3, sera, d'après la seconde formule (16), $1 + (1-\lambda)^2$ ou $2 - 2\lambda + \lambda^2$, il viendra

$$(20)\qquad \frac{1}{g}\int_\sigma \varphi u'\frac{d\sigma}{\sigma} = \frac{U^2}{g}\frac{d\lambda}{dx}\left(-1 + \frac{2}{3}\lambda\right) = \frac{U^2}{2g}\frac{d\alpha}{dx} - \frac{U^2}{6g}\frac{d.\lambda^2}{dx}.$$

» Tant que la fraction λ, à laquelle est proportionnel l'écart $-\varpi$, reste petite, le troisième membre se confond bien avec $\frac{U^2}{2g}\frac{d\alpha}{dx}$, sauf erreur du second ordre en λ, représentée par le dernier terme. Mais ici où λ décroît de 1 à zéro, cette erreur devient sensible, puisque son produit par dx, intégré de $\lambda = 1$ à $\lambda = 0$, donne $\frac{1}{6}\frac{U^2}{g}$. Ainsi, *le second terme de la formule* (15) *semblerait devoir être augmenté de sa sixième partie*. Néanmoins, comme, d'un autre côté, quand la correction exprimée par ce terme est très notable par suite d'une diminution suffisante de la longueur L, la fraction λ peut bien ne pas décroître jusqu'à zéro même à la sortie, ou le régime uniforme ne pas s'établir complètement, le rapport α n'atteint pas alors la valeur 2, et il y a lieu de réduire les résultats précédents.

» III. Au reste, l'hypothèse qu'exprime la formule (16) touchant la distribution des vitesses u après l'entrée a été choisie uniquement pour donner quelque idée de l'ordre de grandeur des corrections à faire, son extrême simplicité permettant aux calculs d'aboutir. Il ne faudrait pas la regarder comme rigoureuse. En effet, aux distances r de l'axe peu différentes de R, la vitesse, qui est U à l'entrée, devient très vite insensible quand x grandit, à cause de l'immobilisation, par la paroi, de la couche fluide contiguë : ainsi cette vitesse commence par décroître, d'amont en aval, bien plus vite que ne peut en même temps grandir u sur l'axe, et il n'y a pas conservation du rapport, égal d'abord à -1, mais bientôt à zéro, des valeurs respectives de ϖ près de la circonférence et au centre des diverses sections normales. La vraie formule de ϖ est donc plus complexe que $-\lambda(\varphi - 1)$; et elle ne cesse même pas de l'être, sur les sections où ses valeurs sont atténuées au point de rendre négligeables leurs carrés ou produits.

» Pour le reconnaître, cherchons d'abord quelle forme prend l'expression évidente $u\frac{du}{dx} + W\frac{du}{dr}$ de l'accélération u', quand on y substitue à W sa valeur $-\frac{1}{r}\int_0^r \frac{du}{dx} r\,dr$ fournie par le principe de la conservation des volumes fluides, et qu'on remplace en outre u par $U(\varphi + \varpi)$, où ϖ seul dépend de x. En négligeant tous les termes du second ordre par rapport à ϖ ou à ses dérivées, il viendra

$$(21)\quad u' = U^2\left(\varphi\frac{d\varpi}{dx} - \frac{1}{r}\frac{d\varphi}{dr}\int_0^r \frac{d\varpi}{dx} r\,dr\right) = 2U^2\left[\left(1 - \frac{r^2}{R^2}\right)\frac{d\varpi}{dx} + \int_0^r \frac{d\varpi}{dx}\frac{2r\,dr}{R^2}\right],$$

expression dont la dérivée en r est simplement

$$(22) \qquad \frac{du'}{dr} = 2U^2\left(1 - \frac{r^2}{R^2}\right)\frac{d^2\varpi}{dx\,dr}.$$

» Or l'équation indéfinie (9), dont les deux premiers termes reviennent ici à $\frac{1}{r}\frac{d}{dr}\left(r\frac{d\varpi}{dr}\right)$, donne évidemment, quand on la différentie en r,

$$(23) \qquad \frac{d}{dr}\left[\frac{1}{r}\frac{d}{dr}\left(r\frac{d\varpi}{dr}\right)\right] = \frac{\rho}{\varepsilon U}\frac{du'}{dr},$$

relation qui, grâce à la précédente (22), permet enfin de poser

$$(24) \qquad \frac{2\rho U}{\varepsilon}\left(1 - \frac{r^2}{R^2}\right)\frac{d\frac{d\varpi}{dr}}{dx} = \frac{d}{dr}\left[\frac{1}{r}\frac{d}{dr}\left(r\frac{d\varpi}{dr}\right)\right].$$

» Telle est l'équation aux dérivées partielles, linéaire et du second ordre par rapport à $\frac{d\varpi}{dr}$, qui détermine, de section en section, les variations de $\frac{d\varpi}{dr}$ et, par suite (vu l'annulation de ϖ sur chaque contour $2\pi R$), celles de ϖ. Il faudrait donc l'intégrer pour obtenir ϖ; ce qui ne paraît pas facile. Mais on constate aisément que toute expression de ϖ entière et du second degré par rapport à r, d'ailleurs tenue d'avoir, par raison de continuité, sa dérivée en r nulle au centre $r = 0$ des sections, réduira identiquement à zéro le second membre de (24) et devra, par conséquent, être exclue. Or la formule (16) se trouve justement dans ce cas. »

PHYSIQUE MATHÉMATIQUE. — *Calcul des températures successives d'un milieu homogène et athermane indéfini, que sillonne une source de chaleur;* par M. J. **Boussinesq.**

« Quand un milieu indéfini, à une, deux ou trois dimensions suivant lesquelles se comptent tout autant de coordonnées $x, y, \ldots$ rectangulaires (barre, plaque ou corps massif), a sa température u régie par l'équation $\frac{du}{dt} = \frac{d^2u}{dx^2} + \frac{d^2u}{dy^2} + \ldots = \Delta_2 u$ et primitivement nulle partout, l'introduction, en un de ses points $(\xi, \eta, \ldots)$ et à l'époque quelconque τ, d'une quantité donnée dq de chaleur exprimant la valeur qu'y prend désormais l'intégrale $\int u\,d\varpi$ étendue à tous ses éléments $d\varpi = dx\,dy\ldots$ d'espace, y fait naître, comme on sait, les températures successives

$$(1) \qquad (\text{pour } t > \tau) \qquad u = \frac{dq}{(2\sqrt{\pi}\sqrt{t-\tau})^m}e^{-\frac{r^2}{4(t-\tau)}},$$

où m désigne le nombre 1, 2 ou 3 des dimensions et r la distance de chaque point $(x, y, \ldots)$ au point $(\xi, \eta, \ldots)$. Cela posé, si une source calorifique concentrée et mobile, ayant, à diverses époques τ, des coordonnées $(\xi, \eta, \ldots)$ fonctions connues de τ, déverse par unité de temps dans le milieu une quantité variable et également connue $F(\tau)$ de chaleur, il sera naturel d'exprimer les accroissements de température causés, en chaque point $(x, y, \ldots)$ et à toute époque t, par l'introduction des débits élémentaires antérieurs $dq = F(\tau)d\tau$ de la source, au moyen de tout autant d'expressions analogues à (1) qu'il y aura eu de ces débits dq; et la formule propre à donner les températures de tout le milieu sera

$$(2)\quad u = \frac{1}{(2\sqrt{\pi})^m}\int_{-\infty}^{t}\frac{F(\tau)\,d\tau}{(\sqrt{t-\tau})^m}e^{-\frac{r^2}{4(t-\tau)}},\quad \text{où}\quad r^2 = (x-\xi)^2 + (y-\eta)^2 + \ldots.$$

» En effet, d'une part et malgré le dénominateur $(\sqrt{t-\tau})^m$ qui s'annule à la limite supérieure $\tau = t$, cette intégrale simple est rendue bien déterminée et finie par la présence de l'exponentielle, sauf au point, occupé *actuellement* par la source, pour lequel $r = 0$ à l'époque $\tau = t$. D'autre part, cherchons à quelles conditions satisfait la même intégrale : et, d'abord, devant pour cela la différentier, évitons-y la valeur critique $\tau = t$ par la substitution, à la limite t, d'une autre *à peine* inférieure $t - \varepsilon$; ce qui ne modifiera qu'infiniment peu les valeurs de u. Prenons, en d'autres termes, avec ε indépendant de t,

$$(3)\qquad u = \frac{1}{(2\sqrt{\pi})^m}\int_{-\infty}^{t-\varepsilon}\frac{F(\tau)\,d\tau}{(\sqrt{t-\tau})^m}e^{-\frac{r^2}{4(t-\tau)}}.$$

Le paramètre différentiel $\Delta_2 u$ s'obtiendra évidemment par la différentiation sous le signe $\int$, et, vu l'équation indéfinie que vérifie la solution élémentaire (1), il égalera ce que donnerait la différentiation en t, également sous le signe $\int$, du second membre de (3), c'est-à-dire la dérivée même $\frac{du}{dt}$, diminuée du terme aux limites provenant de la variation de la limite supérieure $t - \varepsilon$, et qui est $\frac{F(t-\varepsilon)}{(2\sqrt{\pi\varepsilon})^m}e^{-\frac{R^2}{4\varepsilon}}$, si R désigne la distance du point quelconque $(x, y, \ldots)$ au point $(\xi, \eta, \ldots)$ que *vient de quitter* la source, à l'époque $t - \varepsilon$. L'expression (3), partout finie et continue, ainsi que ses dérivées, vérifie donc l'équation

$$(4)\qquad \frac{du}{dt} - \Delta_2 u = \frac{F(t-\varepsilon)}{(2\sqrt{\pi\varepsilon})^m}e^{-\frac{R^2}{4\varepsilon}}.$$

Or celle-ci est l'équation des températures dans l'hypothèse de la *création*

incessante, en tous les points $(x, y, \ldots)$, d'une quantité de chaleur égale par unités d'espace et de temps au second membre de (4), quantité distribuée autour du même point $(\xi, \eta, \ldots)$ que vient de quitter la source, en couches concentriques, de rayon R, d'épaisseur dR, d'étendue $KR^{m-1}\,dR$ (où $K = 2$, 2π ou 4π suivant le nombre 1, 2 ou 3 des m dimensions), et dont la valeur totale par unité de temps est

$$(5)\quad \frac{K\,F(t-\varepsilon)}{(\sqrt{\pi})^m}\int_0^\infty e^{-\frac{R^2}{4\varepsilon}}\left(\frac{R}{2\sqrt{\varepsilon}}\right)^{m-1}\frac{dR}{2\sqrt{\varepsilon}} = \frac{K\,F(t-\varepsilon)}{(\sqrt{\pi})^m}\int_0^\infty e^{-\rho^2}\rho^{m-1}\,d\rho = F(t-\varepsilon).$$

Il suffit enfin d'observer qu'il n'y a, de cette chaleur créée $F(t-\varepsilon)$, que la fraction *évanouissante* $\frac{K}{(\sqrt{\pi})^m}\int_{\frac{R}{2\sqrt{\varepsilon}}}^\infty e^{-\rho^2}\rho^{m-1}\,d\rho$, qui soit produite aux distances R *sensibles* du point occupé par la source à l'époque $t-\varepsilon$, pour reconnaître, à la limite $\varepsilon = 0$, dans toute cette chaleur, précisément celle que déverse la source au moment actuel t et au point où elle se trouve, en sorte que l'expression (2) de u vérifie bien les conditions du problème posé. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur les diverses inosites isomères et sur leur chaleur de transformation;* par M. **Berthelot**.

« Il m'a paru intéressant de soumettre à de nouvelles mesures le travail moléculaire développé par les transformations de l'isomérie symétrique. On sait, en effet, par les travaux de MM. Maquenne, Tanret et Villiers, que l'inosite présente des phénomènes d'isomérie tout à fait comparables à ceux de l'acide tartrique, c'est-à-dire qu'il existe deux inosites isomères douées de pouvoirs rotatoires identiques, mais de signe contraire, l'une dextrogyre, l'autre lévogyre; elles s'unissent à poids égaux pour former une inosite inactive par compensation analogue à l'acide racémique. Enfin on connaît une inosite privée du pouvoir rotatoire et non dédoublable. MM. Maquenne et Tanret, ayant eu l'obligeance de me remettre une dizaine de grammes de chacun de ces isomères remarquables, je les ai soumis à une étude semblable à celle que j'avais exécutée en 1875, en commun avec M. Jungfleisch, sur les quatre acides tartriques [1].

» Voici les résultats :

» 1. 4^{gr} d'*inosite dextrogyre*, déshydratée et répondant à la formule

---

[1] *Annales de Chimie et de Physique*, 5e série, t. IV, p. 147.

$C^{12}H^{12}O^{12}$, ont été dissous dans 300^{cc} d'eau, à la température de 17°,9. Sa solution est immédiate.

» La chaleur absorbée a été trouvée (2 essais concordants) pour 1 molécule $= 180^{gr}$: $-2^{Cal},05$.

» 2. 4^{gr} d'*inosite lévogyre* déshydratée, dissous dans 300^{cc} d'eau, à 17°,9 (2 essais concordants), ont fourni : $-2^{Cal},03$.

» Ces deux valeurs peuvent être regardées comme identiques. Les deux inosites symétriques ont donc la même chaleur de dissolution, précisément comme les deux acides tartriques. J'adopterai la moyenne : $-2,04$.

» 3. Les deux liqueurs précédentes, amenées à une température identique, ont été mélangées. Ce mélange a donné lieu à un phénomène thermique nul (+ 0°,002 dans un premier essai; — 0°,002 dans le second).

» On peut en conclure que les deux inosites symétriques ne donnent aucun signe de combinaison dans l'état de dissolution; pas plus que les deux acides tartriques symétriques. C'est un résultat qu'il importe de ne pas oublier dans l'étude des constantes physiques des corps symétriques. Mais la combinaison se manifeste dès qu'on les sépare de leur dissolution, ainsi que je vais le rappeler.

» 4. *Inosite neutre par compensation*, préparée par synthèse et cristallisée; anhydre.

» 4^{gr} ont été dissous dans 300^{cc} d'eau, à 18°. La dissolution est plus lente et plus difficile que celle des inosites actives. D'après deux essais concordants, j'ai obtenu pour 180^{gr} : $-3^{Cal},87$; soit pour le poids moléculaire 360^{gr} : $-7^{Cal},74$.

» Cette chaleur de dissolution est négative et supérieure en valeur absolue à celle de chacune des inosites actives. C'est le même fait que pour les trois acides tartriques correspondants.

» 5. En comparant ces valeurs, on obtient la *chaleur de combinaison des deux inosites droite et gauche*. En effet, l'on a :

	Cal
Dissolution séparée de ces deux inosites	$-4,08$
Mélange des dissolutions	0,00
Séparation de l'inosite inactive par compensation	$+7,74$

Ce qui fournit, pour la réaction des deux corps solides,

$$C^{12}H^{12}O^{12}\,(\text{droite}) + C^{12}H^{12}O^{12}\,(\text{gauche}) = C^{24}H^{24}O^{24}\,(\text{neutre}) \ldots \quad +3^{Cal},66$$

» Ce nombre présente une valeur voisine (quoique un peu plus faible)

de celle qui caractérise la combinaison des acides tartriques : $+ 4^{Cal},41$. C'est un chiffre sensible, quoique inférieur aux chaleurs de neutralisation ou d'hydratation des acides proprement dits.

» 6. Complétons ces résultats en donnant la chaleur de dissolution de l'inosite inactive véritable et non dédoublable, laquelle peut être extraite du noyer.

» J'ai trouvé, avec 4^{gr} de matière et 300^{cc} d'eau, à $18°,1$ (deux essais concordants) : $3^{Cal},38$; valeur voisine mais un peu inférieure par rapport à celle de l'inosite inactive par compensation.

» L'acide tartrique inactif, comparé à l'acide racémique, avait fourni un résultat du même ordre.

» Ces observations caractérisent l'isomérie symétrique. »

PHYSIQUE. — *Variation de l'élasticité du verre et du cristal avec la température*. Note de M. **E.-H. Amagat**.

« Les coefficients de compressibilité du verre et du cristal, dont j'ai donné les valeurs dans mon travail récent sur l'élasticité des solides, sont relatifs à des températures voisines de 15°.

» Depuis, ayant poussé mes recherches sur les liquides et les gaz jusqu'à 200° (recherches encore non publiées), j'ai été conduit à examiner si le coefficient des enveloppes, dans ces conditions, ne varie pas de façon qu'il soit nécessaire d'en tenir compte. Les résultats obtenus jusqu'ici à ce sujet sont très peu concordants; dans un Mémoire intéressant sur la compressibilité des liquides publié en 1884, MM. Pagliani et Vicentini ont annoncé que déjà, à 100°, le coefficient du verre de leurs piézomètres avait augmenté d'une façon notable, environ de 13 pour 100 de sa valeur; il résulterait, au contraire, de la variation du coefficient de pression des thermomètres, consignée par M. Guillaume dans son remarquable *Traité de la Thermométrie de précision*, que cette augmentation serait seulement de 0,016 entre 0° et 100°.

» La méthode que j'ai suivie pour étudier cette variation consiste à déterminer, à diverses températures, la déformation intérieure d'un piézomètre comprimé par l'extérieur; c'est, du reste, l'opération que M. Guillaume fait subir à ses thermomètres pour obtenir leur coefficient de pression extérieure.

» Dans le cas d'un réservoir cylindrique à bases planes, la valeur de la

déformation proportionnelle est

$$\frac{dV}{V} = \frac{\alpha(5-4\mu)}{R^2 - R_0^2} R^2 P.$$

Comme $\frac{R^2}{R^2 - R_0^2}$ ne varie pas avec la température, le rapport des déformations à deux températures différentes est

$$(1) \qquad \frac{\alpha(5-4\mu)}{\alpha'(5-4\mu')}\ [1].$$

Ce rapport est différent de celui des coefficients de compressibilité, lequel est

$$(2) \qquad \frac{3\alpha(1-2\mu)}{3\alpha'(1-2\mu')};$$

mais il lui devient égal si l'on suppose que le coefficient de Poisson μ ne varie point avec la température, ce qui évidemment n'est point certain, même dans les limites de températures dont il s'agit ici.

» La question, du reste, pourra être résolue, ainsi que je me propose de le faire, en déterminant aux mêmes températures les variations de volume intérieur d'un long cylindre du même verre soumis à la traction; dans ce cas, le rapport des déformations sera le même que ci-dessus (2), puisque la déformation est représentée par $\alpha(1-2\mu)$; on obtiendra donc ainsi directement le rapport des coefficients de compressibilité, et il sera égal à (1) si la valeur de μ est restée constante.

» Jusqu'ici, j'ai fait seulement la première série de déterminations; celles-ci présentent d'assez grosses difficultés, à cause de la petitesse de l'effet qu'on se propose de mesurer.

» Si l'on augmente le volume des réservoirs, afin que la déformation se traduise par un plus grand nombre de divisions de la tige graduée, les piézomètres deviennent des thermomètres d'une sensibilité telle que les corrections dues à cet effet rendent toute détermination certaine impossible; avec des réservoirs plus petits, il faut comprimer davantage, et l'on se heurte à l'écueil des déformations permanentes qui, même avec le verre et le cristal, atteindraient bientôt l'ordre de grandeur de la variation qu'on cherche à estimer.

---

(1) Il est facile de voir que les formules relatives au cylindre terminé par des hémisphères conduiraient à une conclusion analogue.

» Après beaucoup de tâtonnements, j'ai adopté des réservoirs en verre épais, avec lesquels je puis opérer jusqu'à 200^{atm}; le piézomètre constitue un véritable thermomètre à déversement (maxima de Walferdin) d'une sensibilité moyenne; je règle pour chaque température la quantité de mercure, de manière que la course de la colonne mercurielle ait toujours lieu sensiblement dans les mêmes limites, ce qui exclut toute erreur de calibrage; cette tige est, dans toutes les expériences, placée au centre d'un manchon de verre traversé par un courant d'eau à température constante. Le réservoir est comprimé dans un cylindre d'acier rempli de mercure, qui reçoit lui-même la pression par l'intermédiaire d'un liquide bouillant au-dessus de 200°; le cylindre d'acier est placé au centre d'un autre cylindre pouvant, soit être rempli de glace, soit être transformé en appareil à bain de vapeur; j'ai opéré ainsi à 0°, à 100° et à 200° (vapeur de benzoate de méthyle) en chiffres ronds. Pour une pression de 200^{atm}, le déplacement de la colonne mercurielle mesurant la déformation était d'environ 200 divisions.

» Voici le Tableau des résultats obtenus, correction faite de la température de la tige, avec deux piézomètres de verre et un de cristal; les déformations sont estimées en divisions de la tige; on a mis en regard l'augmentation entre zéro et 100°, puis entre 100° et 200°, rapportée à 100 de ces divisions :

	Piézomètre 1 (verre).		Piézomètre 2 (verre).		Piézomètre 3 (cristal).	
	Déformation.	Pour 100.	Déformation.	Pour 100.	Déformation.	Pour 100.
0°	202,7	2,95	205,7	2,71	182,8	4,10
100......	208,7		211,3		190,3	
200......	215,5	3,25	218,6	2,99	203,0	6,68

L'augmentation de la variation de volume avec la température est manifeste; elle est un peu plus forte entre 100° et 200° qu'entre 100° et 0° pour le verre, et notablement pour le cristal; il est probable qu'elle irait s'exagérant de plus en plus en élevant encore la température.

» Même pour le verre, la variation est plus notable que celle trouvée par M. Guillaume pour les thermomètres qu'il a étudiés; mais cette différence peut s'expliquer; car, si l'on remarque que la variation est notablement plus grande pour le cristal que pour le verre, on peut prévoir qu'elle doit être plus faible pour les thermomètres de M. Guillaume, qui sont en

verre vert dur, que pour mes piézomètres, qui sont en verre de dureté moyenne [verre ordinaire Guilbert-Martin ([1])].

» D'autre part, même pour le cristal, les variations sont beaucoup plus petites (quatre fois environ) que celles trouvées par MM. Pagliani et Vicentini, qui, il est vrai, opéraient en déterminant la déformation extérieure de piézomètres comprimés intérieurement; j'ignore, du reste, la nature du verre ou cristal dont ces instruments étaient faits.

» Dans tous les cas, pour le verre ordinaire dont on se sert généralement aujourd'hui, la variation du coefficient de compressibilité, même jusqu'à 200°, ne paraît pas de nature à entraîner des erreurs graves dans le calcul de la déformation des enveloppes; en admettant la proportionnalité entre la déformation étudiée et ce coefficient, qui est égal à 0,0000022, on arriverait, par exemple, à 200° et sous une pression de 1000^{atm}, à une erreur de 0,00028 sur l'estimation du volume; dans le genre de recherches qu'intéresse cette question, chercher à en tenir compte serait, en général, absolument illusoire. »

M. **Berthelot** fait hommage à l'Académie d'un Ouvrage qu'il vient de publier sous le titre : « La Révolution chimique. Lavoisier ([2]) » et s'exprime comme il suit :

« Cet Ouvrage renferme l'exposé méthodique des doctrines scientifiques et des découvertes de Lavoisier; il présente l'histoire de la révolution qui a transformé la Chimie à la fin du siècle dernier. Pour augmenter l'intérêt et l'originalité de mon œuvre, j'ai cru utile d'y joindre l'étude des Registres inédits du laboratoire de Lavoisier, avec Notices et Extraits reproduisant les passages dans lesquels il a pris soin d'exposer lui-même la suite de ses pensées personnelles : tout ce qui touche à l'histoire de l'esprit d'un si grand homme mérite d'être mis sous les yeux de la postérité. »

([1]) M. Guillaume ne considère, du reste, son résultat que comme une approximation suffisante pour le but qu'il se propose.

([2]) In-8°, chez Alcan.

NOMINATIONS.

L'Académie procède, par la voie du scrutin, à la nomination d'un Membre libre, pour remplir la place laissée vacante par le décès de M. *Cosson*.

Au premier tour de scrutin, le nombre des votants étant 68,

M. Bischoffsheim	obtient	37	suffrages
M. Rochard	»	14	»
M. Laussedat	»	13	»
M. Rouché	»	2	»

Il y a deux bulletins blancs.

M. **Bischoffsheim**, ayant réuni la majorité absolue des suffrages, est proclamé élu. Sa nomination sera soumise à l'approbation du Président de la République.

MÉMOIRES PRÉSENTÉS.

M. **Vallée** adresse une nouvelle Communication sur la navigation aérienne.

(Renvoi à la Commission des aérostats.)

M. **C. Hell** adresse un Mémoire relatif à la destruction du Phylloxera.

(Renvoi à la Commission du Phylloxera.)

M. **Is. Jacq** soumet au jugement de l'Académie un Mémoire « Sur les abordages en mer en temps de brume ».

(Commissaires : MM. Pâris, Jurien de la Gravière, Bouquet de la Grye.)

M. **Thévenet** adresse une Note « Sur l'utilisation de la force des marées dans les ports munis de bassins à flot ».

(Commissaires : MM. Maurice Lévy, Sarrau, Léauté.)

CORRESPONDANCE.

M. le **Secrétaire perpétuel** signale, parmi les pièces imprimées de la Correspondance :

Un Mémoire de M. *Casorati*, ayant pour titre « Mesure de la courbure des surfaces suivant l'idée commune ; ses rapports avec les mesures de courbure gaussienne et moyenne ». (Présenté par M. Boussinesq.)

OPTIQUE. — *Sur une propriété nouvelle des ondes lumineuses.* Note de M. Gouy.

« On sait comment le principe de Huygens permet de rendre compte de la propagation d'une suite d'ondes de même période, en considérant comme centres d'ébranlements tous les points d'une surface d'onde S fixe, pourvu qu'on admette que ces centres d'ébranlements ont une avance d'un quart de vibration sur le mouvement existant sur la surface S.

» Ce mode de raisonnement conduit à une conséquence remarquable. Considérons un faisceau convergent et prenons la surface S avant le foyer ; les mouvements envoyés par les points de cette surface formeront toutes les ondes successives. Tant que ces ondes sont convergentes, leur propagation s'effectue de la manière connue ; mais, si l'on considère une onde qui a dépassé le foyer et qui est devenue divergente, un calcul simple montre que *la vibration sur cette onde est en avance d'une demi-période sur ce qu'elle devrait être d'après la position occupée par l'onde et la vitesse de la lumière.* En d'autres termes, les ondes, en traversant le foyer, prennent une avance d'une demi-ondulation, comme si la propagation, au voisinage du foyer, s'effectuait avec une vitesse plus grande que la valeur normale. Cette avance se produit, moitié avant le foyer géométrique, moitié après, car en ce point lui-même elle est d'un quart de vibration.

» Un calcul analogue montre que, lorsqu'une onde passe par une ligne focale, l'avance produite est moitié moindre ; les ondes convergentes non sphériques passant successivement par les deux lignes focales de Sturm, l'avance totale est la même que pour des ondes sphériques.

» Ces conséquences singulières feraient peut-être douter de l'exactitude du principe de Huygens dans le cas actuel, si elles n'étaient vérifiées par

l'expérience. Il résulte de ce qui précède que, dans les phénomènes d'interférences, *lorsque les rayons ont passé par un foyer réel, il faut retrancher une demi-longueur d'onde au chemin parcouru par eux*, ce qui revient à changer le signe de la vibration. Faisons l'expérience des deux miroirs de Fresnel, mais en remplaçant un des miroirs plans par un miroir concave d'assez court foyer, et en recevant les rayons sur les miroirs sous une incidence presque normale. L'un des faisceaux issus de la fente se réfléchit sur le miroir plan et arrive ainsi à l'observateur ; l'autre faisceau se réfléchit sur le miroir concave, forme un foyer réel et vient ensuite se superposer au premier. En lumière blanche, la frange centrale sera toujours le lieu des points où les deux rayons interférents ont parcouru des chemins égaux. Dans l'expérience de Fresnel, ces deux rayons arrivent en ce point sans différence de phase, et la frange centrale est blanche ; dans notre expérience, le rayon qui passe par le foyer réel doit avoir ses vibrations changées de signe, et *la frange centrale sera noire,* comme dans l'expérience des trois miroirs de Fresnel, où, pour une tout autre raison, il y a aussi un changement de signe ([1]).

» L'expérience se réalise sans difficulté ([2]), et, avec un oculaire un peu fort, on voit des franges larges et pures ; on constate, sans hésitation possible, que les colorations des franges sont symétriques par rapport à une frange noire incolore, les deux franges brillantes qui la bordent étant déjà fortement irisées en sens inverse. Cette expérience étant fondamentale pour le sujet qui nous occupe, je l'ai répétée avec diverses variantes, en obtenant toujours le même résultat d'une netteté parfaite. Ainsi, *le passage des rayons par un foyer réel produit les mêmes effets qu'un changement de signe des vibrations*. Ce fait confirme les résultats théoriques indiqués plus haut, sans lesquels il serait inexplicable.

([1]) Fresnel, *Œuvres,* t. I, p. 703, et Mascart, *Journal de Physique,* 1888. On peut observer aisément les mêmes apparences de franges complémentaires avec un compensateur de Babinet entre deux nicols parallèles ou croisés.

([2]) Les deux miroirs sont argentés à la première surface ; on peut employer un miroir de $0^{m},35$ ou $0^{m},40$ de foyer, et placer la fente et l'oculaire près l'un de l'autre, et à $1^{m},50$ des miroirs ; les deux faisceaux ont alors des intensités sensiblement égales. On projette une image du Soleil sur la fente, qui doit être réduite à une hauteur d'au plus 1^{mm} ; car les franges sont un peu courbes, étant centrées sur la droite qui joint le foyer réel d'un des faisceaux au foyer virtuel de l'autre. Il convient, comme d'ordinaire, de ne pas se placer tout près des bords des faisceaux, pour éviter la diffraction et avoir des franges très pures.

» Les ondes sonores et, en général, les phénomènes périodiques auxquels est applicable le principe de Huygens doivent se comporter de même, et il y aurait lieu de rechercher, en partant des équations différentielles, par quel mécanisme s'effectue cette avance de phase aux foyers réels. »

PHYSIQUE. — *Équation caractéristique de l'hydrogène.* Note de M. **Ch. Antoine.**

« D'après les expériences de Regnault, le coefficient de dilatation de l'hydrogène ne varie pas avec la pression.

» Dans la fonction $\beta = A - B\sqrt{p}$, le coefficient B est sinon nul, du moins pratiquement négligeable.

» L'équation caractéristique de l'hydrogène sera

$$pv = D(273 + t), \tag{1}$$

dans laquelle je prendrai, comme première approximation,

$$D = 41,16 + \left(0,0275 - \frac{3t}{100000}\right)p, \tag{2}$$

$$D = 41,16 + \left(0,0362 - \frac{4t}{100000}\right)H, \tag{3}$$

suivant que les tensions seront exprimées en atmosphères p, ou en mètres de mercure H.

» Soit à déterminer le rapport $\frac{v}{v'}$ du volume v sous une tension p, au volume v', occupé par la même masse de gaz, sous la pression atmosphérique et à la même température de 15°.

» Des relations (1) et (2), on déduit, pour $t = t' = 15$,

$$\frac{pv}{p'v'} = \frac{41,16 + 0,02705\,p}{41,16 + 0,02705\,p'};$$

pour $p' = 1$,

$$\frac{pv}{v'} = \frac{41,16 + 0,02705p}{41,19} = 0,9993 + 0,00006567;$$

on a donc pratiquement

$$\frac{v}{v'} = \frac{1}{p} + 0,00006567. \tag{4}$$

» En appliquant la relation (4), on a le Tableau ci-après :

p.	$\frac{1}{p}$	Valeurs de $\frac{v}{v'}$.	
		Formule.	M. Amagat.
1000	0,001000	0,001657	0,001688
1500	0,000667	0,001323	0,001344
2000	0,000500	0,001157	0,001164
2500	0,000400	0,001057	0,001047
3000	0,000333	0,000990	0,000964

» Pour les expériences de M. Amagat qui ont été publiées en 1881, on a, d'après la relation (3), pour les différentes températures expérimentées :

$t = 17,7$................ $D = 41,16 + 0,03549\,H$
$t = 40,4$................ $D = 41,16 + 0,03458\,H$
$t = 60,4$................ $D = 41,16 + 0,03378\,H$
$t = 81,1$................ $D = 41,16 + 0,03300\,H$
$t = 100,1$................ $D = 41,16 + 0,03220\,H$

» En portant ces valeurs de D dans la relation (1), c'est-à-dire en les multipliant par $(273 + t)$, on obtient les valeurs normales des produits pv, pour 1^{kg} d'hydrogène.

» Si l'on multiplie ces produits par le coefficient $M = 0,2291$, pour tenir compte des unités adoptées par M. Amagat et de la quantité de gaz qui a été soumise à l'expérience, on a :

$t = 17,7$.................. $pv = 2741 + 2,363\,H$
$t = 40,4$.................. $pv = 2995 + 2,483\,H$
$t = 60,4$.................. $pv = 3153 + 2,580\,H$
$t = 81,1$.................. $pv = 3339 + 2,677\,H$
$t = 100,1$.................. $pv = 3519 + 2,752\,H$

» Soit, comme exemple, la série des expériences qui ont été faites à la température de 81°,1 :

H.	pv. Formule.	pv. M. Amagat.	H.	pv. Formule.	pv. M. Amagat.	H.	pv. Formule.	pv. M. Amagat.
30	3419	3430	140	3714	3710	260	4035	4040
40	3446	3445	160	3767	3775	280	4089	4090
60	3501	3500	180	3821	3830	300	4142	4140
80	3553	3550	200	3874	3870	320	4196	4200
100	3607	3620	220	3928	3930			
120	3660	3665	240	3981	3980			

» Dans les expériences de Regnault sur la compression de l'hydrogène, la température est d'environ 4°.

» Les relations (1) et (3) donnent, pour $t = t' = 4$,

$$\frac{pv}{p'v'} = \frac{41,16 + 0,03604\,\mathrm{H}}{41,16 + 0,03604\,\mathrm{H}'} = \frac{1142 + \mathrm{H}}{1142 + \mathrm{H}'}.$$

» On en déduit les résultats ci-après :

Expériences comparées.	H.	H'.	$\frac{pv}{p'v'}$ Formule.	$\frac{pv}{p'v'}$ Regnault.
1-2...........	2,211	4,431	0,99807	0,999854
2-4...........	2,211	10,715	0,99262	0,994676
7-8...........	3,989	7,999	0,99662	0,99758
8-10..........	3,989	13,832	0,99169	0,993206
8-11..........	3,989	20,110	0,98609	0,986857

» On admet d'ordinaire que les écarts de la loi de Mariotte ne sont qu'une conséquence des variations du coefficient de dilatation sous pression constante.

» Le fait est exact lorsque, dans l'équation caractéristique

$$pv = \mathrm{D}(\beta + t),$$

le coefficient D reste constant et la fonction β varie avec la pression.

» Pour l'hydrogène, Regnault nous apprend que le coefficient de dilatation sous pression constante reste constant, et, cependant, ce gaz ne suit pas la loi de Mariotte.

» Les expériences de M. Amagat, en permettant de suivre les variations de la fonction D, donnent l'explication de cette anomalie apparente. »

MÉTÉOROLOGIE. — *Sur la variation de la température avec l'altitude dans les cyclones et les anticyclones.* Note de M. **Marc Dechevrens**, présentée par M. Mascart.

« Les observations de température prises dans les Alpes sur le passage d'un cyclone et d'un anticyclone, et citées dans la séance du 27 mai dernier par M. Faye, ont plus d'importance qu'il ne paraît au premier abord. M. Hann, de Vienne, en a conclu avec raison que la température ne devait plus être regardée comme la cause de la formation des tourbillons atmosphériques, mais qu'elle en était plutôt l'effet et la conséquence même de leur constitution. C'est aussi la conclusion de M. Hazen, qui a étudié au

même point de vue les observations faites au sommet du mont Washington, aux États-Unis.

» Ces conclusions, l'Académie me permettra de le rappeler, quelque importance qu'on veuille bien leur attribuer aujourd'hui, qu'on doive même leur attribuer à cause de l'autorité des météorologistes distingués dont elles émanent, ne sont point nouvelles, puisque je les ai formulées dès 1886 et 1887, dans deux brochures (*L'inclinaison des vents, avec un Appendice sur les courants verticaux dans les cyclones*; 1886. *Sur les variations de température observées dans les cyclones*; 1887). Or, dès cette époque, j'allais déjà plus loin dans mes conclusions que n'osent le faire aujourd'hui MM. Hazen et Hann; j'indiquais la corrélation des phénomènes de température observés dans le cyclone et l'anticyclone, je formulais la loi de ces variations, je cherchais dans la théorie mécanique de la chaleur leur explication la plus naturelle; enfin, m'appuyant sur des faits parfaitement authentiques et nettement expliqués, j'indiquais à grands traits la constitution des tourbillons atmosphériques, tout en réservant, bien entendu, la question de leur origine première.

» Voici tout d'abord résumées les observations qui firent l'objet de mon étude : ce sont celles de sept stations, choisies dans différentes contrées et échelonnées depuis le niveau de la mer jusqu'à l'altitude de 4300^m; j'y ajouterai comme complément les observations du Sonnblick, publiées par M. Hann postérieurement aux miennes :

		Hiver.					Été.			
		Cyclone.		Anticyclone.		Excès dans l'anticyclone.	Cyclone.		Anticyclone.	
	m	mm	°	°	mm	°	mm	°	°	mm
Zi-ka-wei	7	758	13,4	— 3,5	780	—16,9	...	....	...	...
Tchang-kia-tchouang	30	756	6,2	— 8,8	782	—15,0	...	....	...	...
Puy de Dôme, plaine	388	708	2,3	— 8,9	744	—11,2	715	11,4	7,7	731
Puy de Dôme, montagne	1467	620	— 3,5	1,8	656	5,3	627	— 2,0	10,4	647
Mont Washington	2060	572	—24,7	— 4,7	612	20,0	...	...	....	...
Pic du Midi	2859	520	—14,9	— 4,8	552	10,1	531	— 4,0	8,4	547
Sonnblick	3090	507	—16,0	— 7,7	529	8,3	...	...	...	...
Pike's Peak	4313	432	—32,5	—11,3	460	21,2	447	— 3,3	3,2	455

» Ces variations de la température avec l'altitude dans le cyclone et l'anticyclone, publiées en 1886, se trouvent absolument confirmées par celles que M. Hann a recueillies dans les Alpes en octobre et novembre 1889.

» Si nous avions cherché la température moyenne de la colonne d'air, du niveau de la mer à 4300^m, nous aurions trouvé $- 8^\circ,7$ pour le cyclone et -6° pour l'anticyclone, soit une différence de $2^\circ,7$ en faveur de l'anticyclone; dans les Alpes, pour un seul cas particulier, cette différence

a été de 1°,5. Il importe de remarquer, d'abord, que si l'on compare pour chacune des altitudes la température du cyclone et celle de l'anticyclone à la température normale de la même couche en dehors de toute perturbation, on trouve des écarts sensiblement de même valeur, mais en sens opposés, ce qui prouve que l'anomalie, si anomalie il y a, comme on le pensait avant mes publications de 1886 et 1887, n'est pas spéciale à l'anticyclone; ensuite, que si l'on compare la marche des températures dans les couches inférieures de l'air à leur marche dans les couches plus élevées, on s'aperçoit vite que les variations se font en sens contraires : ainsi, dans les séries que j'ai étudiées à Zi-ka-wei, Tchang-kia-tchouang et Puy de Dôme, plaine, le thermomètre monte quand le baromètre baisse, et *vice versa*, tandis qu'à toutes les autres stations supérieures à celles-là la température s'abaisse avec la pression et se relève avec elle. Ce fait est constant; il m'a amené à formuler la loi suivante : *Au niveau de la mer et dans les couches de l'air inférieures à* 1000^{m} *ou* 1200^{m} *d'altitude, la température dans un tourbillon varie* EN SENS INVERSE *de la pression, tandis que dans les couches supérieures à cette altitude elle varie* DANS LE MÊME SENS *que la pression; quant à celle-ci, elle est minimum tout le long de l'axe du cyclone et maximum sur le périmètre de la dépression et tout le long de l'axe de l'anticyclone.*

» Il suit manifestement de là que la température dans un tourbillon est indépendante de la pression; celle-ci est une résultante, et, parmi les causes qui la font varier, il faut surtout compter les mouvements verticaux de l'air, d'ascension dans le cyclone tendant à la diminuer, de descente dans l'anticyclone tendant à l'accroître, sans qu'il s'ensuive nécessairement aucune variation de température. Pour que la température s'élève, il faut que l'air soit comprimé, et il l'est par le seul fait que les vents horizontaux de surface sont convergents dans le cyclone jusqu'à une certaine hauteur; ils le sont encore dans les régions élevées au-dessus de l'anticyclone, où les masses aériennes chassées du cyclone vont se rassembler pour opérer leur retour vers le sol : ainsi le pied de l'axe du cyclone et le sommet de l'axe de l'anticyclone sont deux régions à maxima de température. D'autre part, pour que la température s'abaisse, il faut que l'air se dilate; il se dilate de plus en plus en s'élevant dans le cyclone jusqu'au tourbillon générateur et en descendant dans l'anticyclone pour se disperser à la surface du sol : ainsi le sommet de l'axe du cyclone et le pied de l'axe de l'anticyclone sont deux régions à minima de température.

» La place me manque pour détailler toutes ces actions; je me contente

de renvoyer à mes Mémoires de 1886 et 1887 et aux articles que j'ai publiés sur ce sujet dans le *Cosmos*, en 1889. On le voit, les observations des Alpes citées par M. Faye, rapprochées de celles que j'avais étudiées il y a quatre ans, sont pleines de conséquences pour la théorie des tourbillons atmosphériques. Si elles donnent le coup de grâce à la théorie d'Espy, depuis longtemps battue en brèche par d'éminents météorologistes, elles fournissent aussi un argument nouveau et, à mon avis, décisif contre la théorie qui voudrait placer les courants descendants dans le cyclone. J'ai d'ailleurs prouvé, par deux années d'observations directes de la composante verticale des mouvements de l'air faites avec mon clino-anémomètre, l'existence des courants ascendants dans le cyclone et des courants descendants dans l'anticyclone : la question devrait paraître définitivement résolue.

» Quant à la cause de la formation des tempêtes, je me suis abstenu d'en parler; je laisse à l'avenir le soin de l'indiquer. Tout ce qu'on peut dire aujourd'hui, c'est qu'il ne faut la chercher ni tout en bas dans les couches profondes de l'air avoisinant le sol, ni trop haut dans les couches les plus légères touchant aux limites de l'atmosphère; il est plus que probable que ce que j'ai appelé dans mes Mémoires le *tourbillon générateur* doit avoir pour théâtre ces couches moyennes où les mouvements de transport des masses aériennes sont les plus rapides. »

CHIMIE. — *Sur les combinaisons et réactions du gaz ammoniac et du gaz hydrogène phosphoré sur les composés halogènes de l'arsenic*. Note de M. **Besson**, présentée par M. Troost.

« On connaît l'existence d'une combinaison de gaz ammoniac avec le fluorure d'arsenic qu'on peut obtenir en volatilisant le fluorure dans une atmosphère d'ammoniac; la poudre blanche très ténue ainsi obtenue est placée sous une cloche en présence d'acide sulfurique concentré, jusqu'à ce qu'elle ne perde plus d'ammoniac. J'ai déterminé la composition de cette substance en dosant AzH^3 par le procédé Schlœsing et As à l'état de pyroarséniate de magnésie. En voici les résultats :

Poids de substance.		Pour 100 de la matière.	Théorie pour 100 de $2AsFl^3, 5AzH^3$.
$0^{gr},578$	AzH^3....	23,68	24,35
	As......	41,89	42,98
	Fl (diff.).	34,43	32,67

» Ce corps répond donc à la composition $2AsFl^3, 5AzH^3$; décomposé par l'eau, il donne une liqueur faiblement acide, la quantité d'ammoniac qu'il renferme est insuffisante pour saturer les produits de décomposition par l'eau du fluorure d'arsenic.

» La combinaison du chlorure d'arsenic $AsCl^3$ avec le gaz ammoniac a été étudiée par Persoz qui lui a attribué la composition $AsCl^3, 3AzH^3$, puis par Rose qui a donné pour composition $2AsCl^3, 7AzH^3$. J'ai repris cette détermination avec beaucoup de soin, en dosant l'ammoniac et le chlore, et je suis arrivé à la composition représentée par $AsCl^3, 4AzH^3$. Le chlorure d'arsenic étant exposé dans une atmosphère d'ammoniac l'absorbe très rapidement au début; mais la saturation complète est très longue et, pour l'obtenir, il est nécessaire d'agiter et de broyer la substance à plusieurs reprises, en renouvelant l'atmosphère d'ammoniac dans lequel elle est plongée; on expose ensuite sous une cloche en présence d'acide sulfurique concentré, jusqu'à ce qu'il n'y ait plus perte d'ammoniac, et la substance blanche légèrement teintée de jaune que l'on obtient ainsi a été soumise à l'analyse :

		Poids pour 100		
Poids de substance employée.		d'AzH^3.	de Cl.	d'As (par diff.).
0^{gr},710		27,042	»	31,290
1,097		27,033	»	31,299
0,6805		»	41,668	»
Théorie pour 100 de	$AsCl^3, 4AzH^3$..	27,254	42,685	30,06
	$2AsCl^3, 7AzH^3$..	24,69	44,19	31,12

» Les deux analyses d'ammoniac concordent absolument pour faire admettre la composition $AsCl^3, 4AzH^3$; il est vraisemblable que c'est la difficulté qu'on éprouve à saturer complètement la substance qui a conduit à admettre une composition renfermant moins d'ammoniac.

» L'absorption du gaz ammoniac par le bromure d'arsenic a été signalée; elle se fait sans modifier la texture cristalline du bromure; on obtient ainsi un corps solide jaune paille dont j'ai déterminé la composition par la mesure du volume ou du poids d'ammoniac absorbé par un poids déterminé de bromure :

Poids de substance.	Volume d'AzH^3 absorbé (0°; 760^{mm}).	Poids d'AzH^3 pour 100 du produit de la réaction.	Théorie pour 100 de $AsBr^3, 3AzH^3$.
0^{gr},725	149^{cc}	13,66	13,93
0,798	176	14,51	13,93
19,004	Poids d'AzH^3 absorbé : 3^{gr},066	13,89	13,93

» Cette substance répond donc à la composition $AsBr^3, 3AzH^3$; si l'on essaye de la sublimer en tube scellé vers 300°, elle se décompose, il y a mise en liberté d'arsenic, d'azote et formation de bromure d'ammonium.

» L'iodure d'arsenic AsI^3 semble d'abord inaltéré au contact du gaz ammoniac; mais bientôt il l'absorbe, en même temps que sa couleur devient jaune clair et que son volume devient deux à trois fois le volume primitif. A ce moment, le corps perd de l'ammoniac à l'air; on le laisse séjourner en présence d'acide sulfurique concentré, et la substance blanche ainsi obtenue correspond à la composition $AsI^3, 4AzH^3$. Cette combinaison n'est pas le dernier terme de l'absorption de l'ammoniac; elle l'absorbe avec dégagement de chaleur en devenant d'abord jaunâtre et pâteuse; saturée à 0°, la masse devient fluide et correspond sensiblement à

$$AsI^3 + 12\,AzH^3.$$

» La combinaison $AsI^3, 4AzH^3$ est décomposable par l'eau en donnant une liqueur faiblement alcaline; dissociable sous l'action de la chaleur, elle commence à perdre de l'ammoniac vers 50°. Si l'on essaye de la sublimer en tube scellé vers 300°, elle se décompose et, dans les produits de la décomposition, on trouve de l'arsenic, de l'azote et de l'iodure d'ammonium.

» Quelques chimistes hésitent à accepter ces combinaisons du gaz ammoniac comme de simples combinaisons moléculaires; les expériences suivantes semblent concluantes à ce point de vue : on sait que l'acide sulfurique est sans action sur le chlorure d'arsenic; si l'on vient à projeter avec précaution, par petites portions, la combinaison ammoniacale du chlorure d'arsenic dans de l'acide sulfurique concentré et froid, une réaction très vive se produit, l'acide s'empare de l'ammoniac avec élévation de température, et le chlorure d'arsenic mis en liberté se rassemble au fond du tube en gouttelettes huileuses.

» De même, la dissolution concentrée d'acide chlorhydrique ne décompose pas l'iodure d'arsenic, et, si l'on vient à traiter la combinaison ammoniacale de l'iodure d'arsenic par l'acide chlorhydrique concentré et bouillant, celui-ci s'emparant de l'ammoniac, l'iodure d'arsenic mis en liberté cristallise par refroidissement.

» Le gaz hydrogène phosphoré PH^3 ne donne pas de combinaison avec les composés halogènes de l'arsenic, mais il réagit énergiquement sur eux; la réaction est parallèle pour ces composés : mise en liberté d'hydracide et production d'un corps solide qui, lavé abondamment à l'eau froide, se présente sous deux aspects différents, une poudre brune très ténue et de

petites écailles ayant l'aspect métallique; ces deux corps, qu'on peut séparer par lévigation, étant desséchés dans le vide sec, puis soumis à l'analyse, présentent des compositions voisines de $PAsO^3$ et $PAsO^6$; ils seraient le résultat de la décomposition par l'eau du phosphure d'arsenic produit dans la réaction

$$PH^3 + As\begin{bmatrix} Fl \\ Cl \\ Br \\ I \end{bmatrix}^3 = PAs + H^3\begin{bmatrix} Fl \\ Cl \\ Br \\ I \end{bmatrix}^3.$$

» Cette réaction se produit même avec $AsFl^3$ refroidi à $-23°$ et avec $AsCl^3$ refroidi à une température voisine de sa solidification ($-18°$). Avec $AsBr^3$ et AsI^3 solides, la réaction n'est que superficielle et, l'hydracide mis en liberté s'unissant à un excès d'hydrogène phosphoré, il se sublime quelques cristaux de PH^4Br et PH^4I. Avec le bromure fondu vers $+30°$, la réaction est très vive et donne les mêmes produits que précédemment.

» En résumé, PH^3 en excès donne à la température ordinaire, tout au moins avec le bromure et l'iodure d'arsenic, des produits analogues à ceux qui résultent de la décomposition vers 300° des combinaisons ammoniées correspondantes, avec cette différence que, l'azote étant sans affinité pour l'arsenic, ces deux corps restent isolés, tandis que le phosphore et l'arsenic s'unissent :

$AsBr^3, 3AzH^3$ à 300° donne.....................	AzH^4Br	AsAz
$AsBr^3 + PH^3$ à température ordinaire donne.....	PH^4Br	As-P
$AsI^3, 4AzH^3$ à 300° donne.....................	AzH^4I	AsAz
$AsI^3 + PH^3$ à température ordinaire donne.......	PH^4I	As-P

CHIMIE MINÉRALE. — *Sur un nouveau mode de formation des oxychlorures métalliques cristallisés. Recherches sur les oxychlorures de cuivre.* Note de M. G. **Rousseau**, présentée par M. Troost.

« 1. Dans une précédente Communication, j'ai décrit un oxychlorure ferrique cristallisé, obtenu en chauffant une dissolution très concentrée de perchlorure de fer en présence d'un carbonate alcalino-terreux. J'ai pensé tout d'abord qu'il n'y avait là qu'un cas particulier d'un mode général de formation des oxychlorures cristallisés. Mais un examen plus attentif montre que l'emploi de cette méthode est restreint à un petit nombre de chlorures.

» Il faut, en effet, que ceux-ci satisfassent à deux conditions essentielles. La première, c'est qu'ils soient extrêmement solubles dans l'eau ou qu'ils forment avec elle des hydrates peu avancés, capables de subir la fusion aqueuse ; sinon on n'obtient que des précipités amorphes, comme il arrive pour les dissolutions de chlorure d'aluminium.

» En second lieu, d'après le principe du travail maximum, la décomposition des chlorures dissous n'est possible qu'autant que la chaleur dégagée par l'union du chlore au métal ne dépasse celle de l'oxyde correspondant que d'une quantité inférieure à $4^{Cal},8$, nombre qui représente la différence entre la chaleur de formation de l'acide chlorhydrique étendu et celle de l'eau liquide [1]. Il en résulte une nouvelle cause d'élimination pour un grand nombre de chlorures. L'application du nouveau procédé se trouve ainsi limitée aux chlorures d'étain, de titane, d'antimoine, de bismuth, de magnésium, de zinc et de fer.

» Cependant, quelques chlorures métalliques semblent déroger à cette loi. On sait avec quelle facilité l'atacamite se forme dans les conditions les plus variées, bien que l'excès thermique du chlorure cuivrique ($25^{Cal},8$) sur l'oxyde du même métal (19^{Cal}) soit notablement supérieur à $4^{Cal},8$. M. Berthelot a dévoilé la cause de cette anomalie apparente. La formation de l'oxychlorure $CuCl, 3CuO$ correspond à un dégagement de chaleur presque insignifiant ($0^{Cal},6$); mais son hydratation dégage $10^{Cal},9$. C'est l'énergie supplémentaire fournie par la fixation de l'eau sur l'oxyde et le chlorure anhydres qui détermine le sens du phénomène.

» On conçoit d'ailleurs qu'en présence d'une très petite quantité d'eau, l'hydrate du chlorure cuivrique puisse se dissocier plus aisément sous l'action de la chaleur, en formant une dose notable de chlorure anhydre. Dans ces conditions spéciales, on pouvait s'attendre à voir apparaître de nouveaux oxychlorures, correspondant à des équilibres particuliers.

» 2. Ces considérations m'ont amené à étudier la décomposition, entre 150° et 250°, de l'hydrate $CuCl, 2HO$, qui fond dans son eau de cristallisation un peu au-dessus de 100°. L'hydrate solide, mêlé de fragments de marbre, a été chauffé pendant quarante-huit heures en tubes scellés. Une proportion assez faible du chlorure initial est ainsi changée en un oxychlorure nouveau, différant de l'atacamite par ses propriétés et sa composition chimique. Ce composé est très altérable par l'eau. Il faut donc reprendre la masse par l'alcool bouillant qui dissout le chlorure non transformé. On obtient ainsi des tables hexagonales d'un vert jaunâtre, présentant des

---

(1) Berthelot, *Essai de Mécanique chimique*, t. II, p. 568.

extinctions obliques en lumière parallèle. Leur composition correspond exactement à la formule CuCl, CuO, HO, ainsi qu'il résulte des analyses suivantes effectuées sur des échantillons obtenus à diverses températures :

	150°.	200°.	250°.	Calculé.
Cu.........	54,91	54,19	53,87	54,31
Cl	30,1	30,29	30,35	30,60
HO	»	»	7,73	7,76

» La quantité de cristaux d'oxychlorure qu'on recueille après un même temps de chauffe s'accroît rapidement avec la température, ce qui s'explique par la dissociation de plus en plus grande de l'hydrate à mesure que l'énergie calorifique augmente. La dimension des cristaux suit la même loi : à 250° et en présence de magnésie carbonatée naturelle (giobertite), on a obtenu des tables ayant jusqu'à 5mm de long sur 2mm d'épaisseur.

» L'oxychlorure CuO, CuCl, HO perd lentement son eau de constitution au-dessus de 250°. Ainsi déshydratés, les cristaux conservent leur forme primitive et ne paraissent nullement décomposés, comme on le verra plus loin. Au-dessous du rouge sombre, ils subissent une altération beaucoup plus profonde; ils fondent en un liquide noir formé sans doute de chlorure de cuivre liquéfié empâtant l'oxyde.

» L'action de l'eau froide sur le nouvel oxychlorure est digne d'intérêt. Après quelques minutes de contact, on voit les cristaux perdre leur transparence. Leur couleur foncée se change en une teinte d'un vert clair. En même temps, l'eau qui les baigne devient fortement acide et précipite abondamment le nitrate d'argent. Cette mise en liberté d'acide chlorhydrique correspond à une transformation de l'oxychlorure primitif en atacamite. On remarquera que le composé CuO, CuCl, HO renferme moitié moins d'eau que l'atacamite 3CuO, CuCl, 4HO; c'est évidemment la chaleur fournie par cette nouvelle hydratation qui fournit l'énergie nécessaire à sa décomposition. L'oxychlorure déshydraté à 300° reproduit également l'atacamite dès qu'on l'humecte d'eau; il se transforme instantanément en une masse verte colloïdale, qui disparaît dès qu'on agite le liquide, en formant une pseudo-dissolution, limpide par transparence, trouble par réflexion et qui donne un précipité vert pâle dès qu'on l'additionne d'un peu de chlorure alcalin.

» 3. J'ai recherché l'influence de la dilution sur la formation de l'oxychlorure, en mêlant des quantités d'eau progressivement croissantes à l'hydrate CuCl, 2HO. J'ai constaté ainsi qu'avec un liquide dont la composition correspond à CuCl + 4,5HO, on obtient encore, à 100°, l'oxychlo-

rure $CuO, CuCl, HO$. La limite à laquelle ce composé cesse de se former correspond à un degré d'hydratation du chlorure très voisin de $CuCl + 5HO$; elle paraît d'ailleurs légèrement variable avec la température.

» Avec des liquides d'une dilution supérieure, la nature du produit change, et l'on retombe sur l'oxychlorure $3CuO, CuCl, 4HO$. En chauffant trois jours, entre 180° et 200°, une dissolution renfermant $CuCl + 6HO$, j'ai obtenu de l'*atacamite* cristallisée. Les cristaux sont très petits quand on opère en présence du marbre. Mais en remplaçant celui-ci par la giobertite qui s'attaque avec beaucoup plus de lenteur, il se forme de beaux cristaux identiques à ceux de l'atacamite naturelle.

» C'est là un nouveau mode de reproduction artificielle de ce minéral, déjà obtenu par H. Debray dans des conditions différentes. Les cristaux sont d'autant mieux formés que la concentration de la liqueur se rapproche davantage de $CuCl + 6HO$. Avec les dissolutions très étendues, on n'obtient que des poudres amorphes ou mal cristallisées.

» 4. La méthode qui précède est applicable à la préparation des oxybromures cristallisés, probablement aussi à celle des oxyiodures.

» Je me réserve d'en poursuivre l'étude et de chercher à l'étendre à la production de divers sels basiques. Les nitrates, en particulier, dont un certain nombre forment des hydrates peu avancés, fusibles dans leur eau de cristallisation, paraissent devoir fournir une série de composés de cet ordre. La décomposition des nitrates de cuivre hydratés, en présence des carbonates alcalino-terreux, m'a déjà donné des sels basiques cristallisés que je décrirai dans une prochaine Communication [1]. »

CHIMIE. — *Sur la combinaison du pentafluorure de phosphore avec l'acide hypoazotique.* Note de M. **Émile Tassel**, présentée par M. Troost.

« Dans ses derniers travaux sur les composés fluorés du carbone [2], M. Moissan a été conduit à reconnaître que, bien qu'il existât des causes nombreuses d'analogie entre les composés fluorés et les composés chlorés de ce métalloïde, le fluor conservait cependant dans ses combinaisons une individualité particulière. Nous en trouvons un nouvel exemple dans la façon dont le pentafluorure de phosphore se conduit en présence de l'acide hypoazotique. Tandis que le pentachlorure de phosphore, en réagissant sur l'acide hypoazotique, donne naissance à de l'oxychlorure de phosphore et

---

[1] Ce travail a été fait au laboratoire de Recherches de la Sorbonne.

[2] *Comptes rendus*, t. CX, p. 951.

à des oxychlorures d'azote, le pentafluorure de phosphore ne fournit pas d'oxyfluorures dans ces conditions, mais un composé blanc cristallisé que nous avons obtenu en notable quantité.

» Pour le préparer, nous avons fait passer du gaz pentafluorure de phosphore à travers une série de tubes en U refroidis à — 10°, dans lesquels nous pouvions faire couler lentement l'acide hypoazotique refroidi. Dès que le pentafluorure de phosphore se trouve en contact de l'acide hypoazotique, tout dégagement gazeux cesse à la sortie de l'appareil, la température des tubes s'élève et les parois de verre se recouvrent d'une matière blanche que nous avons étudiée et analysée. Le nouveau composé ainsi obtenu se présente sous forme de cristaux blancs allongés, fumant à l'air et presque toujours souillés par un léger excès d'acide hypoazotique. Pour entraîner ce dernier corps, on soumet la masse cristalline à un vide partiel pendant quelques instants.

» Dans les conditions ordinaires de température et de pression, les cristaux ainsi formés sont déjà en état de dissociation; cette décomposition est activée par une légère élévation de température.

» Ces cristaux, chauffés dans un appareil en platine, ont produit un dégagement continu d'un mélange de gaz hypoazotique et de pentafluorure de phosphore, ainsi que nous l'avons constaté par des analyses. Les vapeurs rouges, obtenues dans cette expérience, proviennent bien du dédoublement de notre composé cristallisé, car elles se produisent encore dans un courant d'acide carbonique parfaitement privé d'oxygène.

» Si l'on effectue cette décomposition dans un tube de verre, les résultats paraîtront différents par suite de la présence d'une petite quantité d'humidité, impossible à éviter. Dans ces conditions, le gaz pentafluorure de phosphore réagit sur le verre, l'attaque en donnant du fluorure de silicium qui se dégage et de l'acide phosphorique retrouvé dans le tube sous forme de petites masses vitreuses.

» Ce composé se dédoublant totalement par la chaleur, en régénérant les deux corps gazeux qui l'ont formé, il semble donc être un produit d'addition du pentafluorure de phosphore et de l'acide hypoazotique.

» Ces cristaux se détruisent de suite au contact de l'eau, ainsi qu'on devait s'y attendre, d'après les propriétés respectives des gaz composants. Nous avons placé une petite quantité de ce corps dans une éprouvette pleine de mercure; par l'addition de quelques gouttes d'eau, il se produit aussitôt un abondant dégagement de bioxyde d'azote. Nous avons pu établir dans la liqueur la présence des acides phosphorique et azotique. Un

titrage acidimétrique de cette liqueur nous a conduit à représenter cette réaction par l'équation

$$3(AzO^4PhFl^5) + 10HO = AzO^2 + 2AzO^5, HO + 3PhO^5, 3HO + 15HFl.$$

» Traité par l'acide sulfurique monohydraté, le corps AzO^4PhFl^5 se détruit en produisant un dégagement de pentafluorure de phosphore sans formation de vapeurs nitreuses. Si, à la solution limpide ainsi obtenue, on ajoute quelques gouttes d'eau, d'abondantes vapeurs nitreuses se dégagent en même temps que la partie supérieure du liquide change de teinte et devient verdâtre.

» En augmentant la quantité d'eau, la liqueur se trouble et l'on obtient par le repos, au bout de quelques heures, un précipité blanc, indécomposable par l'eau et les acides, mais soluble dans l'eau régale. Ce précipité ne contient ni phosphore, ni fluor et ses propriétés le rapprochent du sulfate acide de nitrosyle.

» *Dosage du phosphore.* — Nous avons dosé le phosphore dans le composé AzO^4PhFl^5 en précipitant tout le phosphore à l'état de phospho-molybdate d'ammoniaque; le précipité est lavé, dissous dans un excès d'ammoniaque, et le phosphore précipité de nouveau à l'état de phosphate ammoniaco-magnésien. Nous avons ainsi obtenu les nombres suivants :

17,2 17,5 17,9 Nombre théorique : 18,02.

» *Dosage de l'azote.* — Ce dosage repose sur la décomposition totale du composé, par la chaleur, dans un appareil en verre, avec formation d'acide hypoazotique. Les gaz dégagés, complètement entraînés par un courant d'acide carbonique, sont reçus sur l'eau et traités par la potasse. Le résidu gazeux est entièrement formé de bioxyde d'azote renfermant le tiers de l'azote du corps. On sait en effet que la décomposition de l'acide hypoazotique par l'eau peut se représenter par la formule

$$3AzO^4 + 2HO = AzO^2 + 2AzO^5HO.$$

Nous avons ainsi obtenu les nombres suivants :

7,3 7,8 7,9 Nombre théorique : 8,13.

» En résumé, le pentafluorure de phosphore fournit avec l'acide hypoazotique un composé d'addition AzO^4PhFl^5 et non des produits de substitution comme les composés correspondants du chlore. Du reste, cette réaction ne peut nous étonner, si nous songeons à la grande stabilité du pentafluorure de phosphore. On sait, en effet, que le pentafluorure de

phosphore (¹) ne se décompose qu'à la longue, sous l'action de très fortes étincelles d'induction. Sa résistance aux agents chimiques et physiques doit nous conduire à expliquer la formation de composés d'addition de préférence à la production de composés de substitution (²). »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Chaleur de formation de l'acide urique et des urates alcalins.* Note de M. C. MATIGNON, présentée par M. Berthelot.

« J'ai entrepris, sous la direction de M. Berthelot, l'étude thermochimique de l'acide urique et de ses dérivés.

» On a opéré la combustion dans la bombe calorimétrique, avec les précautions ordinaires, pour des poids compris entre 1^{gr} et 2^{gr}. La chaleur de combustion a été trouvée égale à $2^{Cal},754$, moyenne de quatre déterminations. Ce nombre conduit à $462^{Cal},7$ pour la chaleur de combustion moléculaire à volume constant, et à $461^{Cal},4$ à pression constante.

» La chaleur de formation à partir des éléments est

C^5 diam. + H^4 gaz + Az^4 gaz + O^3 gaz = $C^5H^4Az^4O^3$ solide..... $+148^{Cal},1$

» On déduit de ces résultats plusieurs conséquences intéressantes relativement à la production de la chaleur animale, selon qu'il se produit de l'azote libre, ce qui dégage pour 1 molécule d'acide urique $=168^{gr}$: $+461^{Cal},4$; ou de l'urée et de l'acide carbonique : $+151^{Cal},2$; ou de l'urée et de l'acide oxalique : $+56^{Cal},9$. M. Berthelot a déjà insisté sur ce point, ainsi que sur la diminution produite par la combinaison préalable de l'oxygène au sang dans l'économie.

» *Urates de potasse.* — L'*urate bibasique de potasse* se prépare facilement par le procédé indiqué par Bensch; il faut avoir soin d'éviter l'action de l'acide carbonique. On a vérifié la pureté du sel par l'analyse.

» La chaleur de dissolution dans l'eau a été trouvée variable avec la concentration, entre $-6^{Cal},7$ et $-6^{Cal},3$ à 14°; ce sel s'y dissocie en effet en urate monobasique et potasse.

» La dissolution effectuée dans des solutions de potasse étendues fournit un nombre constant et égal à -6^{Cal}; c'est la vraie chaleur de dissolution de l'urate bibasique à 14°

$C^5H^2Az^4O^3K^2$ solide + eau = $C^5H^2Az^4O^3K^2$ diss..................... $-6^{Cal},0$

(¹) HENRI MOISSAN, *Propriétés et préparation du pentafluorure de phosphore* (*Comptes rendus*).

(²) Ce travail a été fait à l'École de Pharmacie de Paris, au laboratoire de M. Moissan.

» L'acide urique se dissout assez rapidement dans un excès de potasse; on a choisi cet excès de façon à arriver au même état final que dans la détermination précédente. Quatre expériences concordantes ont donné

$C^5H^4Az^4O^3$ solide $+ 2KOH$ diss. $= C^5H^2Az^4O^3K^2$ diss. $+ 2H^2O$..... $+6^{Cal},5$

On en déduit

$C^5H^2Az^4O^3$ solide $+ 2KOH$ solide $= C^5H^5Az^4O^3K^2$ solide $+ 2H^2O$. $+ 37^{Cal},5$
$C^5 + H^2 + Az^4 + O^3 + K^2 = C^5H^2Az^4O^3K^2$ solide.................. $+ 256^{Cal},2$

» L'*urate monobasique de potasse* a été précipité d'une solution d'urate neutre par un courant d'acide carbonique

$C^5H^3Az^4O^3K$ sol. $+$ eau $= C^5H^3Az^4O^3K$ diss...................... $-8^{Cal},4$

» En dissolvant cet urate dans un excès convenable de potasse, on a reproduit l'état final des expériences précédentes avec le dégagement de chaleur suivant :

$C^5H^3Az^4O^3K$ sol. $+ KOH$ diss. $= C^5H^2Az^4O^3K^2$ diss. $+ H^2O$......... $-4^{Cal},6$

Comme conséquence,

$C^5H^4Az^4O^3$ sol. $+ KOH$ sol. $= C^5H^3Az^4O^3K$ sol. $+ H^2O$............ $+23^{Cal},9$

» Sa chaleur de formation est égale à $+ 207^{Cal}$. Enfin

$C^5H^3Az^4O^3K$ sol. $+ KOH$ sol. $= C^5H^3Az^4O^3K^2$ sol. $+ H^2O$.......... $+13^{Cal},9$

» La chaleur de formation de l'urate monopotassique depuis l'acide et la base solide est à peu près la même que celles des formiate, acétate, benzoate de potasse, c'est-à-dire caractéristique des sels des acides organiques monobasiques d'après M. Berthelot. Mais le deuxième équivalent de potasse ne dégage qu'une quantité de chaleur moitié moindre et comparable à celle du phénate ou du troisième équivalent d'alcali dans le phosphate tribasique, circonstance qui rend compte de la facilité avec laquelle l'urate bibasique est changé par l'eau en urate monobasique.

» *Urates de soude.* — La préparation des deux urates de soude est analogue à celle des urates de potasse.

» L'*urate bibasique* desséché dans un courant d'hydrogène à 100° a pour formule $C^5H^2Az^4O^3Na^2H^2O$. Comme le sel analogue de potasse, il se dissocie dans l'eau; sa chaleur de dissolution limite dans la soude est égale à $-1^{Cal},4$

$C^5H^2Az^4O^3Na^2H^2O$ sol. $+$ eau $= C^5H^2Az^4O^3Na^2H^2O$ diss............. $-1^{Cal},4$

» L'acide urique se dissout dans la soude

$$C^5H^4Az^4O^3 \text{ sol.} + 2\,NaOH \text{ diss.} = C^5H^2Az^4O^3Na^2H^2O \text{ diss.} + H^2O \ldots \quad +6^{Cal},2$$

par suite,

$$C^5H^4Az^4O^3 \text{ sol.} + 2\,NaOH \text{ sol.} = C^5H^2Az^4O^3Na^2H^2O \text{ sol.} + H^2O \ldots \quad +27^{Cal},2$$

et pour la chaleur de formation à l'état solide, $310^{Cal},9$.

» En retranchant la chaleur de formation de H^2O, on obtient le nombre $240^{Cal},5$, inférieur à celui de l'urate bibasique de potasse de

$$15^{Cal},7 = 2 \times 7^{Cal},8,$$

différence caractéristique pour les sels de potasse et de soude d'un même acide.

» L'*urate monobasique de soude* se dépose de sa solution saturée à chaud en gros flocons. L'analyse donne la formule $C^5H^3Az^4O^3Na\frac{1}{2}H^2O$ pour le sel desséché à la température ordinaire ou à 100°.

» Sa chaleur de dissolution dans l'eau est $-8^{Cal},8$. Dissous dans la soude en excès, il se transforme en sel bibasique avec une absorption de chaleur de $-5^{Cal},7$.

» On déduit de ces nombres

$$C^5H^4Az^4O^3 \text{ sol.} + NaOH \text{ sol.} = C^5H^3Az^4O^3Na\,\tfrac{1}{2}H^2O + \tfrac{1}{2}H^2O \ldots \quad +21^{Cal},7$$

» La chaleur de formation correspondante est $237^{Cal},6$.

» Desséché à 170°, le sel perd sa demi-molécule d'eau et fournit l'urate monobasique anhydre; sa dissolution dans la soude n'absorbe plus que $-1^{Cal},2$. On en tire les conséquences suivantes :

$$C^5H^3Az^4O^3Na + \tfrac{1}{2}H^2O = C^5H^3Az^4O^3Na\,\tfrac{1}{2}H^2O \ldots \quad +4^{Cal},5$$

$$C^5H^3Az^4O^3Na \text{ sol.} + \text{eau} = C^5H^3Az^4O^3Na \text{ diss.} \ldots \quad -4^{Cal},3$$

» En comparant ce dernier nombre à celui qui correspond à la dissolution du sel monobasique de potasse, on retrouve la différence de $4^{Cal},1$.

» La chaleur de formation du sel anhydre solide est $198^{Cal},5$ et présente la différence de $8^{Cal},5$ avec celle du sel de potasse. Enfin

$$C^5H^4Az^4O^3 \text{ sol.} + NaOH \text{ sol.} = C^5H^3Az^4O^3Na \text{ sol.} + H^2O \ldots \quad +17^{Cal},2$$

nombre comparable à la chaleur de formation des acétate et benzoate de soude calculée de la même manière. Au contraire,

$$C^5H^3Az^4O^3Na \text{ sol.} + NaOH \text{ sol.} = C^5H^2Az^4O^3Na^2 + H^2O \ldots \quad +10^{Cal}$$

chiffre moitié plus petit et qui rend compte de la décomposition de l'urate bibasique par l'eau.

» La chaleur de formation de l'urate monobasique de soude donne lieu

à une remarque intéressante au point de vue physiologique. En effet, l'acide urique doit décomposer les phosphates de soude tri- et bibasiques avec des dégagements de chaleur de $4^{Cal},9$ et $0^{Cal},5$, en donnant naissance au phosphate monobasique appelé *acide*. Cette prévision est conforme aux expériences; ce serait là une des causes de l'acidité des urines.

» *Urate d'ammoniaque*. — On le prépare en versant de l'ammoniaque en excès dans une solution d'eau chaude tenant en suspension l'acide urique. Sa chaleur de combustion est égale à 530^{Cal}; sa chaleur de formation est 183^{Cal}, et l'on a

$$C^5H^4Az^4O^3 \text{ sol.} + AzH^3 \text{ gaz} = C^5H^3Az^4O^3(AzH^4) \text{ sol.} \ldots\ldots\ldots\ldots \quad +22^{Cal},7$$

» L'acide bibasique n'a pu être obtenu : ce qui est d'accord avec les considérations précédentes. La chaleur même dégagée par l'union de l'acide urique solide et de l'ammoniaque gazeuse est voisine de la chaleur de formation des formiate, acétate, benzoate, etc. d'ammoniaque cristallisés : confirmation nouvelle du caractère monobasique de l'acide urique. En réalité, les urates monobasiques sont les vrais sels normaux de cet acide, comparables à ceux des acides organiques monobasiques à fonction simple et nettement définie.

» Les urates bibasiques sont, au contraire, semblables, quant au deuxième équivalent basique, soit aux phénates, soit aux phosphates tribasiques : ils sont de même décomposés par l'action de l'eau et des acides les plus faibles, circonstances demeurées jusqu'ici inexpliquées, mais dont la théorie thermochimique rend parfaitement compte. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Chloralimide et son isomère; transformation isomérique réversible*. Note de MM. **Béhal** et **Choay**, présentée par M. Friedel.

« Dans une Note que nous avons eu l'honneur de présenter à l'Académie (*Comptes rendus*, t. CIX, p. 817), nous avons montré que le chloralammoniaque donne naissance sous l'influence de la chaleur à une série de corps, parmi lesquels nous avons pu isoler la chloralimide et la didéhydrotrichlorodioxypipérazine.

» La présente Note a pour but de signaler une isomère de la chloralimide et de montrer la transformation isomérique de ces corps l'un dans l'autre.

» Lorsque l'on opère la décomposition du chloralammoniaque par la chaleur, en se servant comme agent de déshydratation du chloral anhydre, on observe la production simultanée de la chloralimide et de son isomère.

» Voici comment il convient d'opérer pour obtenir ces deux corps et

pour les séparer. On mélange 500gr de chloralammoniaque et 200gr de chloral anhydre; on distille au bain-marie de façon à recueillir 100gr de chloroforme. A partir de ce moment, on continue l'opération dans le vide au bain-marie tant qu'il passe du produit à la distillation. Dans cette seconde partie de l'opération, il distille surtout de l'hydrate de chloral.

» Le résidu contenu dans le ballon est chauffé au bain-marie avec son poids d'alcool à 95°, puis mis à refroidir pendant vingt-quatre heures. La masse est essorée à la trompe; le liquide sirupeux qui s'écoule renferme l'isochloralimide. La masse cristallisée restée sur l'entonnoir est constituée par de la chloralimide.

» Le liquide huileux qui a été extrait au moyen de la trompe est additionné d'alcool et d'eau de façon à produire un précipité; on l'abandonne ensuite à lui-même pendant sept à huit jours. Au bout de ce temps, on essore le dépôt cristallin; on le lave à l'alcool, et on le reprend par quatre fois son poids d'alcool à 90° bouillant. Les cristaux qui se déposent au bout de vingt-quatre heures sont repris à nouveau par cinq fois leur poids d'alcool à 90° bouillant.

» Après une série de cristallisations, on obtient un corps qui fond à 103°-104°. Ce composé donne à l'analyse les mêmes nombres que la chloralimide (1). En présence de ce résultat, nous avons dû chercher la grandeur moléculaire de ces deux composés. En employant la méthode du retard dans la congélation de M. Raoult, et nous servant de benzine comme dissolvant, nous avons obtenu pour le poids moléculaire de la chloralimide : 430; pour celui de son isomère : 434-435.

» Pour la formule triple de celle que nous avions adoptée primitivement, il faut $M = 439,5$.

» L'isochloralimide est plus soluble que son isomère dans tous les dissolvants organiques; elle est insoluble dans l'eau et fond à 103°-104°. Les acides minéraux la décomposent à froid en sel ammoniacal correspondant et en chloral. Le chlorure de platine occasionne de même son dédoublement, en donnant du chloroplatinate d'ammoniaque. Ce composé est aussi sensible à l'action des bases qu'à celle des acides. En effet, si on le chauffe avec les alcalis, on obtient une forte odeur de carbylamine et un dégagement d'ammoniaque avec formation de formiate et de chloroforme.

» Ces diverses propriétés montrent qu'il est difficile de le transformer sans le détruire par les réactifs ordinaires. Nous avons réussi cependant

---

(1) Les analyses seront données dans un Mémoire destiné aux *Annales de Physique et de Chimie*.

à transformer l'isochloralimide en chloralimide et à effectuer la transformation inverse. Voici comment : si l'on chauffe pendant quarante-huit heures en tube scellé, à la température du bain-marie, l'isochloralimide avec le chlorure de méthyle, on observe, après évaporation de l'iodure alcoolique, que le résidu, recristallisé dans l'alcool, présente le point de fusion 169°, la composition et les propriétés de la chloralimide; inversement, si l'on additionne une solution de chloralimide dans le chloroforme de 3 molécules de brome, on remarque, après élimination du dissolvant, que le résidu, lavé avec une solution aqueuse de bicarbonate de soude, puis cristallisé dans l'alcool, présente le point de fusion 104°, la composition et les propriétés de l'isochloralimide.

» Les chlorures d'acides réagissent sur ces deux composés en donnant naissance au même dérivé. Les composés ainsi formés sont très stables. Nous reviendrons sur ce sujet dans une Note prochaine.

» Voici maintenant les formules de constitution qui nous paraissent devoir représenter le mieux les propriétés de ces deux corps.

» Dans l'un et dans l'autre, le retour au chloral ayant lieu sous les influences hydratantes les plus faibles, il faut admettre que dans le composé $C^6Cl^9H^6Az^3$, les trois groupes dérivés du chloral sont unis par l'azote. En ne tenant compte que de la saturation respective des atomes d'azote, et en ne faisant pas intervenir les isoméries dans l'espace, on ne peut construire que deux schémas :

AzH
CCl^3-CH CH-CCl^3
AzH AzH
CH-CCl^3

Chloralimide.

AzH^2
CCl^3-C C^2CCl^3
AzH^2 AzH^2
C-CCl^3

Isochloralimide.

» Le premier représenterait la chloralimide, le second son isomère.

» Nous attribuons le second schéma à l'isochloralimide pour les raisons suivantes : ce corps renfermant des groupes amidogènes AzH^2 doit être plus soluble dans la plupart des véhicules que son isomère qui ne renferme que des groupes imidogènes, ce qui est conforme aux faits. De plus, il existe une réaction qualitative qui tend à faire admettre des groupes AzH^2 dans l'isochloralimide, c'est la suivante; si on la chauffe avec un alcali, en solution aqueuse, on observe une odeur extrêmement nette de

carbylamine. Comme d'une part ce corps fournit du chloroforme par l'action des alcalis, on conçoit que, renfermant des groupes amidogènes, il puisse donner naissance à une carbylamine. Nous n'avons pas pu, du reste, isoler ce dernier corps.

» Il est bon de faire remarquer que cette migration si facile de l'hydrogène, quand il est lié à l'azote, permet de comprendre la scission des dérivés diazoamidés pour lesquels M. Friedel et l'un de nous ont proposé des formules de constitution qui reçoivent un appui sérieux de ces expériences.

» La chloralimide avec la nomenclature de M. Bouveault prendrait le nom de *tertrichlorométhyle-triazidine* 1, 3, 5, et nous proposons, en adoptant cette nomenclature, de désigner sous le nom de *triazidiniums* les composés analogues à l'isochloralimide; ce composé possède, en effet, des azotes à fonction pentatomique [1].

» Il porterait alors le nom de *tertrichlorométhyle-triazidinium* 1, 2, 3. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur une falsification de l'huile de lin.* Note de M. A. Aignan.

« L'huile de lin destinée au broyage des couleurs et à la fabrication des peintures est généralement falsifiée par une addition d'*huile de résine*, dont le prix est trois à quatre fois moindre que celui de l'huile de lin pure. Les peintures contenant de l'huile de résine adhèrent mal et se fendillent dans tous les sens. Il serait important de posséder une méthode permettant de déceler et de doser l'huile de résine, soit dans une huile de lin du commerce, soit dans une peinture, la céruse en particulier.

» Cette recherche de l'huile de résine peut se faire facilement, grâce au pouvoir rotatoire [2] que possède cette substance et qu'elle communique aux liquides dans lesquels elle peut se trouver.

---

(1) Travail fait au laboratoire de M. Friedel.

(2) Dans une Note précédente (*Comptes rendus*, t. CIX, 1889), les nombres indiqués comme représentant les rotations produites par les huiles de résine sous une épaisseur de 20^{cm} donnent seulement la position de l'alidade du polarimètre. En réalité, si l'on désigne par $[\alpha]_D$ les valeurs absolues des angles précédemment considérés, les rotations véritables sont $180 - [\alpha]_D$ et, par conséquent, droites, ainsi qu'on le vérifie en répétant les mesures dans un tube de 10^{cm}. D'ailleurs, cette remarque ne change rien aux formules données pour le dosage de l'huile de résine mélangée à l'essence de térébenthine.

» *Pouvoir rotatoire de l'huile de lin.* — Certains auteurs ont récemment attribué à l'huile de lin un faible pouvoir rotatoire vers la gauche. Ayant expérimenté sur des huiles de lin pures, fabriquées dans le département des Landes, à Hagetman, j'ai constaté que le pouvoir rotatoire de ces huiles était nul, ainsi que l'avaient fait connaître d'anciennes déterminations.

» 1° *Essai d'un mélange d'huile de lin et d'huile blanche de résine.* — Un pareil mélange fait tourner à droite le plan de polarisation d'un angle très sensiblement proportionnel à la quantité d'huile de résine qu'il contient. Si l'on désigne par $[\alpha]_D$ la rotation observée sous une épaisseur de 20^{cm} et par h le poids de l'huile de résine contenue dans un poids 100 du mélange, on a

Pour le mélange d'huile de lin et d'huile de résine raffinée .. $[\alpha]_D = +\frac{14}{15}h$
» d'huile de lin et d'huile blanche de choix... $[\alpha]_D = +\frac{17}{15}h$
» d'huile de lin et d'huile fine rectifiée....... $[\alpha]_D = +\frac{21}{15}h$

» Le premier mélange est celui que l'on rencontre le plus fréquemment. Il suffira dans la pratique de mesurer $[\alpha]_D$ au polarimètre et d'évaluer h en huile de résine raffinée d'après la formule

$$h = [\alpha]_D \frac{15}{14}.$$

» Les huiles en question étant fortement colorées, il vaudra mieux opérer dans un tube de 10^{cm} et calculer h par la formule

$$h = \alpha_D \frac{15}{7}.$$

» 2° *Essai d'une peinture.* — Pour faire la recherche de l'huile de résine dans une peinture commerciale, on opère de la manière suivante :

» *a.* On met dans un flacon une certaine quantité de peinture, on ajoute de l'éther, on agite, puis on laisse déposer. L'éther, ayant dissous l'huile, surnage. On remplit le tube du polarimètre de la dissolution éthérée. Si la rotation observée est nulle, il n'y a pas d'huile de résine dans la peinture examinée. Dans le cas contraire, soit $[\alpha]_D$ la rotation vers la droite mesurée sous l'épaisseur de 20^{cm}, une étude du pouvoir rotatoire des dissolutions éthérées d'huile de résine et d'huile de lin additionnée d'huile de résine m'a montré qu'on pouvait calculer la proportion d'huile de résine par la formule

$$h = \frac{[\alpha]_D}{43'}.$$

» *b*. On introduit dans un flacon un poids p_1 de dissolution éthérée; on chauffe au bain-marie à 100°, de manière à chasser l'éther; l'huile, qui bout seulement vers 300°, reste dans le flacon; soit p_2 son poids. On détermine ainsi la proportion $\frac{p_1}{p_2} \times 100 = h_1$ pour 100 d'huile (huile de lin et huile de résine) contenue dans la solution éthérée examinée au polarimètre.

» Si $h_1 = h$, on peut en conclure que la peinture contenait de l'huile de résine sans huile de lin.

» Dans le cas le plus général, le nombre h_1 est plus grand que h; alors $\frac{h}{h_1} \times 100$ sera le tant pour cent d'huile de résine contenue dans l'huile de lin ayant servi à fabriquer la peinture analysée. »

ZOOLOGIE. — *Sur la glande de l'oreillette* (Paludina vivipara) *et la glande néphridienne* (Murex brandaris). Note de M. L. **Cuénot**, présentée par M. de Lacaze-Duthiers.

« M. Rémy Perrier, dans son travail sur le rein des Prosobranches ([1]), a décrit dans l'oreillette de la *Paludina vivipara* un stroma glandulaire qu'il fait rentrer dans la catégorie des glandes vasculaires sanguines, chargées, soit d'accumuler des matériaux de réserve, soit de produire les globules du sang.

» La présente Note est le résumé de recherches que j'ai entreprises pour déterminer avec précision le rôle de cet organe.

» Comme M. Perrier l'a décrit très exactement, la paroi de l'oreillette, au lieu d'être fort mince, comme d'habitude, acquiert une épaisseur considérable, la cavité centrale étant par contre fort réduite; elle est recouverte extérieurement d'un épithélium cubique, au-dessous duquel se trouve une épaisse zone musculo-conjonctive bourrée de noyaux; du côté interne, cette zone est en contact direct avec le sang et est traversée par quelques muscles longitudinaux sans importance. En dissociant la paroi après l'action de l'acide osmique, du picrocarmin et de la glycérine, on peut constater que les noyaux du stroma sont en voie de se transformer en amibocytes; un nombre considérable d'entre eux sont entourés des granules réfringents

---

([1]) *Recherches sur l'anatomie et l'histologie du rein des Gastéropodes prosobranches* (*Ann. Sc. nat.*, 7e série, t. VIII; 1889).

caractéristiques des amibocytes mûrs, et prêts à passer dans la cavité de l'oreillette : rien n'est plus net comme glande lymphatique. La fixation au liquide de Flemming montre les mêmes faits avec plus de précision encore, à cela près que les granules réfringents sont peu distincts. J'ai cherché à voir comment se reproduisaient les noyaux, en colorant par le violet d'Ehrlich suivant la méthode de Bizzozero : je n'ai pas vu une seule mitose indiscutable, tandis qu'abondaient les phases de division directe par étranglement.

» J'ai décrit précédemment ([1]), chez la *Paludina vivipara*, une autre glande lymphatique, logée dans l'épaisseur des branchies (rachis branchial); j'ai pu m'assurer que les produits de celle-ci et de la glande de l'oreillette sont identiques, et que les deux organes sont actifs en même temps. C'est un dualisme très singulier, dont il existe un cas presque identique chez les Crustacés décapodes ([2]), l'une des glandes se trouvant dans les branchies, l'autre étant appendue au péricarde (poches péricardiques), qui joue physiologiquement le rôle d'une oreillette.

» Dans le même travail, M. R. Perrier décrit également avec soin un autre organe vasculaire, la glande néphridienne, placée à côté du rein chez la grande majorité des Prosobranches normaux; cette glande, comme je l'ai vérifié, se compose de deux parties : 1° des tubes ciliés, plus ou moins ramifiés, qui débouchent dans la cavité du rein droit; 2° une masse de tissu conjonctif entourant ces tubes et rappelant beaucoup par sa texture la glande auriculaire de la *Paludina;* les nombreuses lacunes sanguines qui parcourent ce tissu communiquent largement avec l'oreillette. M. R. Perrier homologue d'ailleurs, sous le nom de *glande hématique,* le tissu de la glande auriculaire et celui de l'organe néphridien ; je ne m'occuperai pas de cette intéressante question de morphologie, n'ayant en vue que la fonction de l'organe.

» J'ai étudié la glande néphridienne seulement chez un type, le *Murex brandaris;* c'est dire que mes conclusions ne prétendent aucunement être générales. Dissocié après l'action de l'acide osmique, du picrocarmin et de la glycérine, le tissu glandulaire (je laisse de côté les tubes ciliés, qui ont évidemment une signification excrétrice) se montre formé d'un réseau fi-

---

([1]) *Études sur le sang*, etc., IIe Partie : *Invertébrés* (*Arch. Zool. exp.*, 2e série, t. VII; 1889. *Notes et Revue*, p. 1).

([2]) *Sur les glandes lymphatiques des Céphalopodes et des Crustacés décapodes* (*Comptes rendus*, t. CVIII, n° 16, 23 avril 1889).

breux, bourré de noyaux et de cellules. Les noyaux n'évoluent certainement pas en amibocytes; ils paraissent être des noyaux conjonctifs assez indifférents, devant remplacer vraisemblablement les cellules que je vais décrire, lorsque celles-ci sont usées et meurent. Les cellules, très nombreuses, sont fort grandes (10 μ à 25 μ), ovoïdes ou sphériques, limitées par une fine membrane très visible, et renferment un noyau central, à chromatine très condensée; la cavité cellulaire est remplie de gros granules réfringents, jaune verdâtre sur le vivant, que l'analyse microchimique fait reconnaître pour des granules protéiques : sur le vivant, ils absorbent vivement la fuchsine et deviennent rouges; ils se colorent en gris par l'acide osmique; ils restent très nets dans toutes les préparations fixées au sublimé ou aux acides (liquide de Flemming); dans les coupes, ils n'absorbent que très peu les couleurs d'aniline, orange III, vert de méthyle ou safranine.

» Ces cellules ne sont point un élément caractéristique de la glande néphridienne; on les retrouve partout où il y a du tissu conjonctif, dans la paroi de l'oreillette, dans les branchies, dans le manteau, les piliers rénaux, etc.; seulement, elles sont accumulées en nombre considérable dans cet organe.

» L'examen histologique de la glande néphridienne du *Murex brandaris* nous porte à croire que ce n'est aucunement un organe lymphatique; c'est simplement un organe de réserve, différenciation particulière du tissu conjonctif, accumulant dans ses cellules des matières protéiques [1]. »

BOTANIQUE. — *Recherches sur les bourgeons multiples.* — Note de M. **William Russell**, présentée par M. Duchartre [2].

« La présence de plusieurs bourgeons à l'aisselle d'une même feuille a été maintes fois signalée par les botanistes et, néanmoins, peu de recherches ont été faites en ce qui concerne leur anatomie et leur développement. Aussi est-on peu d'accord sur la nature de ces bourgeons, que, d'après leur disposition, on a nommés *bourgeons collatéraux* et *bourgeons*

---

[1] Ce travail a été fait au laboratoire de Zoologie de la Faculté des Sciences de Nancy; les *Murex brandaris* proviennent de la station maritime de Banyuls (laboratoire Arago).

[2] Ce travail a été fait au laboratoire de Botanique de la Sorbonne, dirigé par M. le professeur G. Bonnier.

superposés. D'après les uns, ils naîtraient indépendamment les uns des autres aux dépens d'un tissu spécial situé dans l'aisselle foliaire; d'après les autres, ils résulteraient de la bipartition successive d'un bourgeon unique, etc. Or, si l'on suit le développement, on voit que, toujours, ces bourgeons multiples sont de génération différente. Au début, il n'y a formation que d'un seul bourgeon, que l'on peut considérer comme le bourgeon axillaire normal, et ce n'est qu'ultérieurement, lorsque ce dernier aura produit ses premières feuilles, qu'apparaîtra à sa base un premier bourgeon, qui, au bout d'un laps de temps plus ou moins long, sera suivi d'un deuxième, celui-ci d'un troisième, et cela indéfiniment; c'est ce que l'on peut observer aisément en coupant les bourgeons successifs à mesure qu'ils se forment, ou simplement en enlevant le bourgeon terminal; c'est toujours de la base d'un bourgeon déjà formé que naîtra le bourgeon suivant.

» Les bourgeons multiples commencent toujours la spirale foliaire; aussi, dans les plantes à feuilles opposées, on trouve un bourgeon entre le bourgeon axillaire et la tige, et un autre de même génération du côté de l'aisselle foliaire (*Hypericum, Mercurialis*, etc.); mais, comme leur position est en relation avec celle du bourgeon axillaire, il s'ensuit que, lorsque celui-ci se formera aux dépens de la base du pétiole, les ramifications situées du côté de la tige se développeront seules (*Olea, Lonicera*, etc.), tandis que ce sera le contraire quand ce bourgeon prendra naissance sur la tige même (*Sambucus, Vitex*, etc.).

» L'étude anatomique montre que les bourgeons multiples sont reliés vasculairement les uns aux autres, le cylindre central de l'un se détachant de celui qui le précède, comme le cylindre central d'un rameau se détache de celui d'un autre rameau.

» Mais comme ils constituent des ramifications très précoces, il arrive fréquemment que les divers cylindres centraux se séparent les uns des autres presque au même niveau, de sorte que, en coupe transversale, il semblerait que les faisceaux de la tige passent directement dans le dernier bourgeon (*Rubus, Forsythia*, etc.).

» Très souvent aussi, le bourgeon axillaire, formé de très bonne heure, subit un entraînement vers le haut, de sorte que les ramifications successives sont échelonnées le long de la tige entre l'axillaire et le pétiole ou bien restent au niveau de l'insertion du pétiole, tandis que l'axillaire est situé beaucoup plus haut (*Gleditschia*, Vrille de la Vigne, *Juglans regia, Aristolochia Sipho*, etc.); les coupes longitudinales montrent néanmoins

que les cylindres centraux de ces différents bourgeons sont reliés les uns aux autres. Les bourgeons multiples jouent un grand rôle comme bourgeons de remplacement; ainsi, ils servent à continuer la ramification de la tige lorsque le bourgeon axillaire se transforme en vrille (*Vitis*, *Passiflora*, *Brunnichia*, *Cardiospermum*, etc.), lorsqu'il devient une épine (*Maclura*, *Cratægus*, *Celastrus*, etc.) ou bien lorsqu'il se transforme en pédoncule floral (*Viola*, *Hibiscus*, etc.); dans certains cas, ils servent à compléter des inflorescences (*Chenopodium*, *Vitex*, nombreuses Labiées, *Faba*, etc.); chez certaines plantes, dont la tige aérienne meurt l'hiver, c'est au moyen de bourgeons multiples situés à l'aisselle des feuilles de la base que la plante peut émettre au printemps de nouveaux rejets aériens (Papilionacées, *Aristolochia*). Enfin, chez beaucoup d'arbres, ces bourgeons restent à l'état de bourgeons dormants ne se développant en branches que dans certaines circonstances (*Virgilia*, *Calycanthus*, *Carpinus Betulus*, etc.).

» Un dernier fait intéressant à noter en ce qui concerne les bourgeons multiples, c'est qu'ils sont le plus souvent dépourvus de feuille axillante; celle-ci, lorsqu'elle existe, est réduite à l'état d'écaille, souvent non vasculaire.

» En résumé :

» *Les bourgeons multiples, naissant les uns des autres et étant reliés vasculairement les uns avec les autres, doivent être considérés comme des ramifications normales.* »

BOTANIQUE. — *De l'influence exercée par l'époque de l'abatage sur la production et le développement des rejets de souches dans les taillis.* Note de M. E. Bartet, présentée par M. Dehérain.

« Toutes nos espèces forestières dites *feuillues* possèdent, comme on le sait, la faculté de rejeter de souche, quand on coupe leur tige au niveau du sol, avec les précautions convenables : c'est sur cette faculté qu'est basé le mode d'exploitation en taillis, que l'on applique en France à des millions d'hectares de forêts.

» On sait aussi que les forestiers distinguent deux catégories de rejets : 1° les *proventifs*, qui sont dus à l'évolution de bourgeons normaux et préexistants à l'exploitation; 2° les *adventifs*, qui proviennent de bourgeons accidentels, engendrés de toutes pièces par l'assise cambiale après l'exploitation du végétal. Les rejets proventifs ont une assiette plus solide et ils

assurent la multiplication des individus beaucoup mieux que les adventifs.

» En général, on coupe les taillis entre la fin de l'automne et le 15 avril; mais il est aussi des cas où on les exploite bien au delà de cette date, alors qu'ils sont en pleine foliaison.

» Il y aurait donc un intérêt pratique évident à connaître exactement l'influence que l'époque de l'abatage exerce sur la production et le développement des rejets de souches.

» Dans une première série d'expériences exécutées sur ce sujet, et dont je vais brièvement rendre compte, j'ai adopté comme époques d'abatage le milieu des mois de mars, avril, mai, juin, juillet et août (l'influence des autres saisons sera étudiée dans une autre série de recherches, qui est en cours d'exécution).

» Le champ d'expériences est situé aux environs de Nancy, dans un canton de taillis à sol peu profond (environ $0^m,20$ d'épaisseur) reposant sur les bancs calcaires du plateau oolithique de Haye (380^m d'altitude).

» Les souches soumises aux observations sont au nombre total de 638, dont 278 pour le Chêne (rouvre et pédonculé), 240 pour le Charme et 120 pour le Hêtre. Elles n'étaient dominées par aucun arbre voisin. Les tiges qui les ont fournies avaient, pour la plupart, 35 ans.

» Dans les nombreuses constatations qui ont été effectuées sur le terrain, pendant deux ans, après l'abatage des tiges, j'ai spécialement étudié les questions suivantes : *époque de l'apparition des rejets; aptitude des souches à rejeter; nombre et nature des rejets* (*proventifs* ou *adventifs*); enfin, *hauteur du maître-rejet de chaque souche*.

» Voici, à ces divers points de vue, les principaux faits que j'ai relevés :

» 1° Quand la coupe est exécutée au milieu de mars ou d'avril, presque toutes les souches de Chêne et de Charme aptes à rejeter deviennent fertiles avant la fin du mois de juin. Au contraire, si la coupe est différée jusqu'à la fin d'août, c'est seulement au printemps de l'année suivante qu'apparaissent les premiers rejets de ces deux essences.

» Les souches de Hêtre, qui produisent principalement des rejets adventifs, sont plus lentes à rejeter que celles de Charme et de Chêne.

» Il suffit d'exploiter le Hêtre au milieu d'août pour rendre les souches incapables d'émettre des rejets avant le printemps de l'année suivante.

» 2° L'époque de l'abatage semble avoir peu d'effet sur la proportion des souches qui demeurent privées de rejets. Cependant, on peut considérer l'exploitation du milieu d'août comme donnant, à ce point de vue, les résultats les plus défavorables pour les trois essences étudiées.

» 3° L'époque de l'exploitation n'exerce pas d'influence marquée sur le nombre moyen des rejets par souche fertile de Chêne et de Charme. Chez le Hêtre, au contraire, les différences sont très accentuées : c'est la coupe en juin qui, de beaucoup, favorise le plus l'émission des rejets, tandis que la fécondité minima des souches correspond aux exploitations faites en août et mars.

» 4° Pour le Chêne, l'époque de l'abatage est également sans effet sur la nature des rejets, ceux-ci étant, sauf de très rares exceptions, toujours proventifs. Au contraire, pour le Charme et le Hêtre, mais surtout pour cette dernière essence, la coupe en pleine foliaison (mai à août) augmente le nombre moyen des rejets adventifs par souche fertile et accroît la proportion des souches portant uniquement des rejets de cette espèce.

» Les adventifs sont en nombre maximum sur les souches de Charme quand on coupe en juillet, et sur celles de Hêtre quand on coupe en juin. En général, les souches de Hêtre engendrent un peu plus de rejets adventifs que de proventifs, tandis que, sur les souches de Charme, les proventifs sont environ huit fois plus nombreux que les adventifs.

» 5° Considérée à la fin de l'année qui suit celle de l'abatage, la hauteur des maîtres-rejets est naturellement très inégale, selon l'époque de l'abatage. Pour les trois essences étudiées, le maximum de hauteur correspond à la coupe en avril, et le minimum à l'exploitation du milieu d'août.

» 6° Si l'on prend comme terme de comparaison la taille des rejets de deux ans provenant de la coupe en avril, on constate que l'on peut, sans s'exposer à un préjudice sensible, retarder l'exploitation des taillis de Chêne jusqu'au 15 mai, tandis que la coupe du Charme, à cette époque de l'année, entraîne déjà une perte de 20 pour 100. Pour le Chêne lui-même, le préjudice devient notable dès qu'on attend le mois de juin pour effectuer l'exploitation.

» En définitive, si l'on tient compte des différents aspects sous lesquels j'ai étudié la question des rejets de souches, et si l'on n'envisage que la portion de l'année comprise entre le 15 mars et le 15 août, on arrive à cette double conclusion :

» Pour l'abatage des taillis de Chêne, Charme et Hêtre, l'époque la plus défavorable est le milieu du mois d'août. L'époque la plus avantageuse est, au contraire, le milieu d'avril ; mais on peut ranger à peu près sur la même ligne les mois de mars et mai pour le Chêne, et celui de mars pour le Charme.

» Je tiens, d'ailleurs, à rappeler que mes expériences ont été effectuées sur un sol superficiel et dans un climat assez rude. Or, en pareille matière, les deux facteurs sol et climat doivent jouer un rôle très important, et il est permis de penser qu'on arriverait à des constatations non identiques aux miennes si l'on se plaçait sur un sol profond et dans un climat plus doux que celui de la Lorraine. Aussi j'estime que, jusqu'à plus amples recherches, il faut s'abstenir de généraliser les propositions énoncées plus haut et qu'il convient d'en limiter strictement l'application aux milieux présentant des conditions analogues à celles dans lesquelles j'ai opéré. »

PHYSIOLOGIE. — *Influence de la transfusion péritonéale du sang de chien sur l'évolution de la tuberculose chez le lapin.* Note de MM. **J. Héricourt** et **Ch. Richet**, présentée par M. A. Richet.

« Nous avons démontré précédemment ([1]) que, si l'on fait une infusion péritonéale de sang de chien à un lapin, il acquiert une immunité plus ou moins grande contre certaines infections ([2]).

» La série suivante d'expériences prouve que, pour la tuberculose, l'infusion préalable intra-péritonéale de sang de chien augmente la résistance des lapins. Ne pouvant entrer dans le détail de ces expériences, nous nous bornerons à en donner les résultats.

» Nos inoculations tuberculeuses ont été faites à trois séries différentes :

Première série (20 novembre 1888).....	4 lapins dont 3 témoins
Deuxième série (26 novembre 1888).....	15 lapins dont 9 témoins
Troisième série (13 avril 1890).........	18 lapins dont 9 témoins

soit un total de 37 lapins, sur lesquels 21 témoins et 16 transfusés.

» Au bout d'un mois et demi, dans chacune des trois séries, il n'y avait pas de confusion possible entre l'état de santé des témoins et celui des transfusés. Les témoins étaient tous d'une maigreur extrême, avec les apophyses vertébrales saillantes, diarrhéiques, le poil hérissé et de piteuse

([1]) *Comptes rendus*, séance du 5 novembre 1888, t. CVII, p. 748.

([2]) Notre expérience a été faite avec le *Staph. pyosepticus*. M. Charrin a mentionné récemment une expérience de M. Bouchard, dans laquelle la transfusion de sang de chien a accru la résistance des lapins à l'injection par le *Bacillus pyocyaneus* (séance du 7 juin 1890, à la *Soc. de Biologie*).

apparence, tandis que les transfusés, sauf une ou deux exceptions, paraissaient tout à fait indemnes. On les distinguait sans hésitation en deux groupes, et toutes les personnes à qui nous les avons montrés ne s'y trompaient jamais.

» La mortalité, deux mois environ après l'inoculation, était la suivante

Première série	1 tém. mort.	2 tém. viv.	1 transf. vivant.
Deuxième série	4 tém. morts.	5 tém. viv.	1 transf. mort. 5 transf. vivants.
Troisième série	2 tém. morts.	7 tém. viv.	9 transf. vivants.

soit

Sur 21 témoins	7 morts tuberculeux
Sur 16 transfusés	1 »

Autrement dit, en rapportant la mortalité à 100, elle a été de 33 pour 100 pour les témoins et de 6 pour 100 pour les transfusés.

» L'examen des poids (que nous avons pris presque quotidiennement) donne aussi des notions précises, toutes en faveur de la santé des transfusés.

» Soient les trois lots de lapins ayant au moment de l'inoculation un poids égal à 100; le poids de chacun de ces lots était deux mois environ après l'inoculation :

	Transfusés.	Témoins.
Première série	175	94
Deuxième série	117	78
Troisième série	128	81

et, en réunissant les trois lots, de manière à leur donner leur valeur relative d'après le nombre des lapins inoculés, nous avons :

Transfusés	127	Témoins	80

» Ces expériences se rapportent à un assez grand nombre de lapins pour qu'elles soient considérées comme démonstratives, excluant l'hypothèse d'un hasard heureux.

» Il est vrai que les lapins de la première et de la deuxième série ont fini par mourir tous de tuberculose, aussi bien les transfusés que les témoins. Mais l'expérience n'en est pas moins démonstrative, non certes au point de vue de l'immunité totale contre la tuberculose, mais au point de vue d'un retard apporté à son évolution.

» Nous croyons donc avoir prouvé que l'injection péritonéale de sang de chien à des lapins ralentit la marche de la tuberculose expérimentale [1].»

PHYSIOLOGIE. — *De la dose antiseptique et de la dose antipeptique de diverses substances.* Note de M. **Andrea Ferranini**, présentée par M. A. Richet.

« J'ai entrepris, dans le laboratoire de Physiologie de la Faculté de Médecine de Paris, sous la direction de M. Ch. Richet, quelques expériences relatives à la comparaison de la dose *antiseptique* et de la dose *antipeptique* de diverses substances. J'appelle dose *antipeptique* la dose qui, rapportée à un litre de liquide, empêche la transformation de la fibrine du sang en peptone par l'action de la pepsine chlorhydrique.

» Pour avoir un liquide peptique très actif, et constamment égal à lui-même, je me suis servi d'une infusion de la muqueuse stomacale du porc. En faisant digérer une muqueuse pendant vingt heures à 38° environ, avec 500^{cc} d'une solution chlorhydrique répondant à 5^{gr} de HCl par litre, on obtient la dissolution presque complète de la muqueuse, et le liquide filtré, très riche en pepsine, peut servir aux digestions artificielles. Quant à la fibrine qui devait être digérée, on reconnaissait sa digestion ou non-digestion, selon qu'elle donnait ou non un précipité par l'acide azotique concentré.

» Voici les résultats de mes recherches; l'effet est différent suivant que le liquide digestif employé est normal (infusion d'une muqueuse stomacale dans 500^{cc} d'eau avec 5 pour 1000 de HCl) ou dilué. (On peut le diluer dans vingt fois son poids d'eau, sans abolir son activité peptonisante.)

Liquide normal.

Antipeptiques à 1 pour 1000	Protochlorure et bichlorure de mercure, phénol.
Antipeptiques à 30 pour 1000	Naphtol-α, thymol, chloral, résorcine.
Non antipeptiques même à 50 pour 1000 ..	Iodoforme, acide borique, sulfate de quinine, terpine, iodol, naphtol-β.

Liquide dilué à $\frac{1}{20}$.

Antipeptiques à 10 pour 1000	Thymol, saccharine.
Antipeptiques à 50 pour 1000	Salol, acide salicylique.
Non antipeptiques même à 50 pour 1000 ..	Sulfate de quinine, menthol, terpine, iodoforme, acide borique, naphtol-β.

---

[1] Travail du laboratoire de Physiologie de la Faculté de Médecine de Paris.

» Dans une autre série de recherches, j'ai essayé de comparer la dose antipeptique des divers alcools, et j'ai pu constater que la puissance antipeptique des alcools est d'autant plus grande que leur poids moléculaire est plus élevé. Ainsi, à la dose de 100^{gr} par litre, les alcools butylique, amylique et propylique empêchent la peptonisation de la fibrine par le liquide digestif normal, tandis que les alcools méthylique et éthylique sont, à cette dose, sans effet. Il faut diluer le liquide digestif pour voir l'action antipeptique de l'alcool éthylique à 100^{gr} par litre.

» La bière et le vin blanc ne troublent pas la digestion même d'un liquide digestif vingt fois dilué, tandis que sur ce même liquide dilué le vin rouge paralyse la digestion à la dose de 500^{gr} par litre, le vin de Marsala à la dose de 200^{gr} par litre. Le café, le thé et le chlorure de sodium ne paralysent la digestion par le liquide dilué qu'à la dose de 200^{gr} par litre.

» Enfin j'ai observé le fait suivant, intéressant pour l'histoire chimique du suc gastrique, c'est qu'en diluant le suc gastrique (pepsine et HCl), on n'a pas les mêmes effets qu'en diluant simplement la pepsine et en ajoutant HCl au liquide dilué. Avec une pepsine très diluée, une dose de HCl égale à 5 pour 1000 est presque antipeptique, tandis que cette même dose de HCl est très favorable à la digestion quand le liquide digestif est riche en pepsine.

» Il semble qu'il y aura intérêt pour les médecins qui cherchent aujourd'hui à faire de l'antisepsie stomacale et de l'antisepsie intestinale à connaître la valeur antipeptique des antiseptiques qu'ils emploient [1]. »

M. **Hermann Fol** adresse, par l'entremise de M. *de Lacaze-Duthiers*, une Note ayant pour titre « Sur la ressemblance entre époux. »

L'auteur croit pouvoir déduire de ses observations les conclusions suivantes :

1° Les couples s'unissent en suivant la règle des conformités et non pas celle des contrastes :

2° La ressemblance entre époux âgés n'est pas un fait acquis par l'effet de la vie conjugale, car cette ressemblance existe déjà au moment du mariage, à peu près dans les mêmes proportions que dans les vieux ménages.

La séance est levée à 4 heures trois quarts. J. B.

---

(1) Travail du laboratoire de Physiologie de la Faculté de Médecine de Paris.

BULLETIN BIBLIOGRAPHIQUE.

Ouvrages reçus dans la séance du 9 juin 1890.

Leçons sur la théorie des surfaces; par M. Gaston Darboux. Troisième Partie. 1[er] fascicule. Paris, Gauthier-Villars et fils, 1890; in-8°.

L'Anthropologie; par MM. Cartailhac, Hamy, Topinard. Tome I, n[os] 1, 2, 3. Paris, G. Masson, 1890; in-8°.

Bulletin de la Société archéologique scientifique et littéraire de Béziers (Hérault); 2[e] série, tome XIII. Béziers, Granié et Malinas, 1886; in-8°.

Étude historique et géographique sur Domrémy, pays de Jeanne d'Arc; par J.-Ch. Chapelier. Saint-Dié, L. Humbert; br. in-8°.

Association française pour l'avancement des Sciences. Compte rendu de la 18[e] *session*, 1889. Seconde Partie. Paris, G. Masson, 1890; in-8°.

Thirty-ninth, forty-first, forty-second annual Report of the Trustees of the State Museum of natural History for the years 1885, 1887, 1888. Albany, the Troy press Company printers, 1889; in-8°.

Bulletin of the United States fish Commission, vol. VII, 1887. Washington, 1889; in-8°.

Semitic Philosophy; par Philip-C. Friese. Chicago, S.-C. Griggs, 1890; in-12.

Register of the University of California, 1889-1890. Berkeley, 1890; in-8°.

Transactions of the twentieth and twenty-first annual meetings of the Kansas Academy of Science (1887-1889), vol. XI. Topeka, 1889; in-8°.

Memoirs of the national Academy of Sciences, vol. IV, Part 2. Washington, 1889; in-4°.

Proceedings of the California Academy of Sciences, second series, vol. II, 1889. San Francisco, 1890; in-8°.

Den Norske nordhavs-expedition, 1876-1878, XIX; *Zoologi, actinida ved* G.-C. Danielssen. Christiania, Grondahl et Sons, 1890; in-folio.

Smithsonian contributions to Knowledge, vol. XXVI. Washington, 1890; in-4°.

Observations de Poulkova, publiées par Otto Struve, vol. VIII. Saint-Pétersbourg, 1889; in-4°.

Zum 50-jährigen Bestehn der Nicolai-Hauptsternwarte. Saint-Petersburg, 1889; in-4°.

De la rotation de la Terre sous l'influence des actions géologiques. Mémoire présenté à l'observatoire de Poulkova, par L.-V. SCHIAPARELLI. Saint-Pétersbourg, 1889; br. in-8°.

OUVRAGES REÇUS DANS LA SÉANCE DU 16 JUIN 1890.

La Révolution chimique, Lavoisier; par M. BERTHELOT, Sénateur, Secrétaire perpétuel de l'Académie des Sciences, Professeur au Collège de France. Paris, Félix Alcan, 1890; in-8°.

Les phares : histoire, construction, éclairage; par E. ALLARD. Paris, J. Rothschild, 1889; in-8°.

Annales du musée d'Histoire naturelle de Marseille, publiées sous la direction du Professeur A.-F. MARION, Correspondant de l'Institut.

Zoologie. — Travaux du laboratoire de Zoologie marine, 1886-1889, Tome III. Marseille, J. Cayer, 1889; in-4°. (Présenté par M. de Lacaze-Duthiers.)

Leçons de Clinique chirurgicale; par le Dr PÉAN, Membre de l'Académie de Médecine. Paris, Félix Alcan, 1890; in-8°. (Présenté par M. Richer.)

Nivellement général de la France, répertoire graphique, 1re livraison, publié par le Ministère des Travaux publics. Paris, J. Marchadier et Cie, 1889; in-4°. (Présenté par M. Lévy.)

Manuel de l'Inspecteur des viandes; par L. VILLAIN et V. BASCOU. Paris, Georges Carré, 1890; in-8°. (Présenté par M. le baron Larrey.) (Renvoyé au concours Bellion de 1891.)

Système de la nature; par un Étudiant de 90 ans, C. H. Nancy, Berger-Levrault et Cie, 1890; in-8°.

Memoirs of the national Academy of Sciences. Vol. IV, Part 2. Washington, Government printing Office, 1889; in-4°.